

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления матрицы прессформы

УДК 621.9.01:621.7.073

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Морозов В.В.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.10 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения.
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, внедрение нанотехнологий, создание новых материалов в сложных и неопределенных условиях.
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Морозов Вячеслав Владимирович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления матрицы прессформы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали.</p>
--	-----------------------

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, анализ конструкции и принципа работы прессформы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, чертеж изделия, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж прессформы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Арляпов Алексей Юрьевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова Светлана Николаевна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А.Ю.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Морозов В.В.		

Реферат

Тема выпускной квалификационной работы: « Разработка технологии изготовления матрицы прессформы ». Объем дипломной работы: 132 страницы, на которых размещены 58 рисунков и 20 таблиц. При написании диплома использовалось 7 источников.

Ключевые слова: прессформа, гидроабразивная, электроэрозионная, фрезерная, матрица.

Объектом исследования является деталь типа «Матрица нижняя» и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы: разработка технологии изготовления детали «Матрица нижняя», анализ конструкции и принципа работы прессформы.

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, описание работы инжекционно-литьевой машины и анализ конструкции пресс-формы.

Основные конструктивные и технологические характеристики: деталь «Матрица нижняя» предназначена для получения готового изделия, представляющего собой наконечник (Рис.1) из первичного сырья - термопласта, литьем на инжекционно-литьевой машине вертикального типа.

Область применения: матрица нижняя – одна из основных деталей составляющих прессформу. Прессформа применяется на производствах, заинтересованных в процессе получения готовых изделий литьем из термопласта на термопластавтоматах.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям производства.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Конструкторская часть	8
Задачи исследования	8
Литье под давлением термопластов	8
1.1 Термопластавтомат. Описание станка и принцип работы.	9
1.1.1 Регулируемые параметры машины.	10
1.2 Расчет усилия смыкания прессформы.....	10
1.3 Последовательность операций при литье под давлением.	12
1.3.1 Изделия, полученные из термопласта литьем на инжекционно-литьевой машине вертикального типа серии CVI-2.5STS	16
1.4 Конструкция прессформы.....	17
1.4.1 Анализ конструкции прессформы.....	18
1.4.2 Принцип работы прессформы.	18
2. Технологическая часть	22
Техническое задание	22
2.1 Определение типа производства	23
2.2 Выбор исходной заготовки.....	23
2.3 Разработка технологического маршрута изготовления матрицы нижней.....	23
2.3.1 Размерный анализ технологического процесса	28
2.4 Назначение допусков на технологические размеры	34
2.4.1 Назначение допусков на диаметральные технологические размеры	36
2.5 Расчет минимальных припусков на линейные технологические размеры	36
2.5.1 Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры ..	38
2.6 Расчет припусков, технологических размеров в осевом направлении и диаметральных технологических размеров	39
2.6.1 Расчет технологических размеров первой схемы	39
2.6.2 Расчет технологических размеров второй схемы	45
2.6.3 Расчет технологических размеров третьей схемы.....	52
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	55
2.8 Расчет режимов резания.....	60
2.9 Расчет норм времени технологического процесса	74
2.10 Расчеты нормирования технологических операций	102
3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	103
Описание рабочего места.....	105
3.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.	105

3.1.1 Метеоусловия	105
3.1.2 Вредные вещества.....	106
3.1.3 Производственный шум	108
3.1.4 Освещенность.....	108
3.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .	111
3.2.1 Факторы электрической природы	111
3.2.2 Охрана окружающей среды	112
3.3 Безопасность в ЧС	113
3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	115
4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	116
Общие положения	119
4.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»	120
4.2 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты» ..	120
4.3 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы».....	121
4.5 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»	121
4.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»	123
4.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды» .	123
4.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения».....	123
4.10 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	124
4.11 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	128
4.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери»	129
4.13 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	129
4.14 Расчет затрат по статье «Потери брака»	129
4.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы».....	129
4.16 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию».....	130
4.17 Расчет прибыли.....	130
4.18 Расчет НДС.....	130
4.19 Цена изделия	130
Заключение	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	132

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью дипломной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали типа «Матрица нижняя». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и закрепит теоретические знания по дисциплине «Технология машиностроения». Технологический процесс разрабатывается для условий единичного производства.

1. Конструкторская часть

«Анализ конструкции прессформы для литья пластмассовых изделий на термопластавтоматах»

Задачи исследования

Данная работа выполнена в рамках хоздоговора заключенного между ТПУ и ЭлеСи. Задачей этой работы является разработка пресс-формы для литья изделия (Рис. 1) на термопластавтомате, технические характеристики которого представлены на следующей странице.

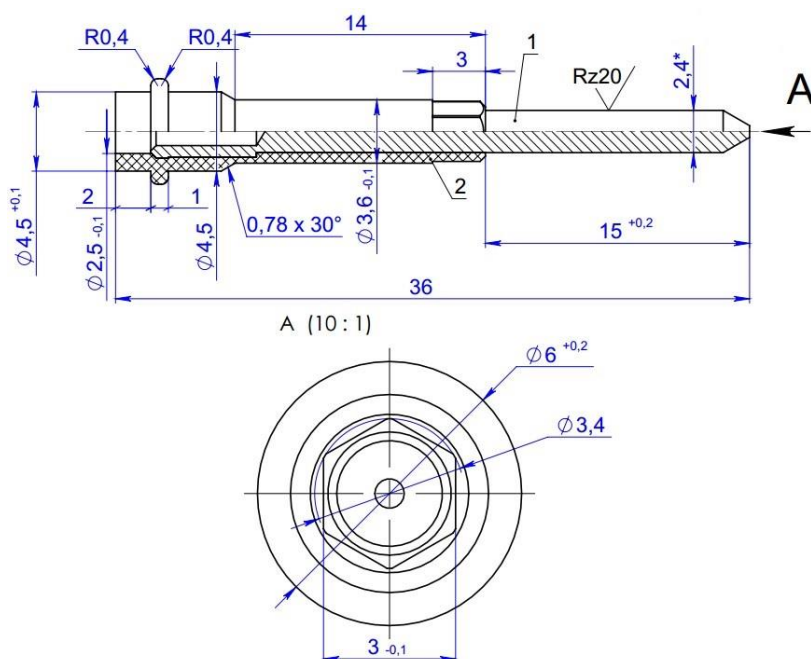


Рис.1

Изделие состоит из следующих элементов:

- 1 – наконечник, материал: сталь 12X18H10T ГОСТ 5632-72;
- 2 – отливка, материал: полипропилен PP H030 GP/1 Ral6034.

Литье под давлением термопластов

Литье под давлением – один из важнейших способов переработки пластмасс, позволяющий воспроизводить средние и крупные партии деталей практически любой сложности (ограничения связаны с конструктивными особенностями детали).

Когда термопласт нагревают, его агрегатное состояние изменяется: он становится мягким и, расплавляясь, приобретает текучесть. Охлаждаясь, расплав снова затвердевает. Ввиду этого при работе с термопластами узел пластикации подогревается, а литьевая форма охлаждается. Обычно разница в температуре составляет более 100°C. Из разработанных для литья под давлением термопластов получают, как правило, расплавы с относительно низкой вязкостью, благодаря чему время впрыска невелико, и не требует больших усилий смыкания.

1.1 Термопластавтомат. Описание станка и принцип работы.

В нашем случае для литья изделия «наконечник» применяется инжекционно-литьевая машина вертикального типа серии CVI-2.5STS (Рис.2).

Особенности литьевой машины:

- Нижняя плита выдвигается в сторону оператора, что обеспечивает ему абсолютную безопасность.
- Движение стола при желании можно отключить, чтобы использовать устройство в качестве стандартной машины. Предусмотрена также возможность активировать режим ручного управления впрыском материала с активацией при помощи кнопки. Функция удобна во время наладки оборудования, а также в ряде случаев при работе со вставными компонентами.
- Литьевая машина вертикального типа экономит производственные площади благодаря относительно небольшим габаритам.



Рис. 2

Основные характеристики литьевой машины:

Диаметр шнека	мм	30	32
Вес впрыска	г	78	90
Давление впрыска	кг/см ²	1580	1430
Скорость вращения шнека	об/мин	10-200	
Ход шнека	мм	125	
Теоретический объем впрыска	см ³	62	71
Усилие смыкания	тонн	30	
Усилие размыкания	тонн	10	
Размер плиты	мм	550/390	
Расстояние между направляющими	мм	370	
Максимальный межплитный просвет	мм	330/245	
Минимальная толщина пресс-формы	мм	150/70	
Ход открытия	мм	180	
Ход эжекторов	мм	35	
Макс. давление гидросистемы	кг/см ²	140	
Мощность гидронасоса	КВт	5/3.5	
Мощность нагревателя	КВт	2.8	
Общая мощность	КВт	7	
Объем масляного бака	л	100	
Габаритные размеры	см	140x100x230	
Вес нетто	кг	1250	
Размеры упаковки	см	160x115x230	
Вес брутто	кг	1450	

1.1.1 Регулируемые параметры машины.

Качество готового изделия определяется регулировкой следующих параметров:

- температуры (температура расплава, температура формы);
- время (время впрыска, время подпитки; время охлаждения и время цикла);
- давления (давление впрыска; выдержка под давлением (подпитка); динамическое давление; давление формы);
- скорости (скорость впрыска; число оборотов шнека).

Эти регулируемые параметры зависят от следующих факторов:

- перерабатываемого типа полимера;
- выбранной машины;
- используемой литейной формы.

На литейной машине параметры настраиваются с помощью соответствующих регулирующих устройств (терморегуляторы, устройства предварительной настройки времени; гидравлические компоненты). Важные параметры регистрируются в производственном отчете или карте регулировок, что позволяет добиться быстрой и оптимальной настройки машины при повторном запуске литейной формы.

1.2 Расчет усилия смыкания прессформы

Усилие смыкания – важный параметр узла смыкания ТПА. Это максимальное усилие, развиваемое станком для удержания прессформы закрытой во время впрыска. Недостаток усилия смыкания приводит к увеличению зазора между полуформами, что приводит к появлению дефектов отливки - облою. Рекомендуется устанавливать форму на станок с максимальным усилием смыкания, превышающим расчётные данные минимум на 15%.

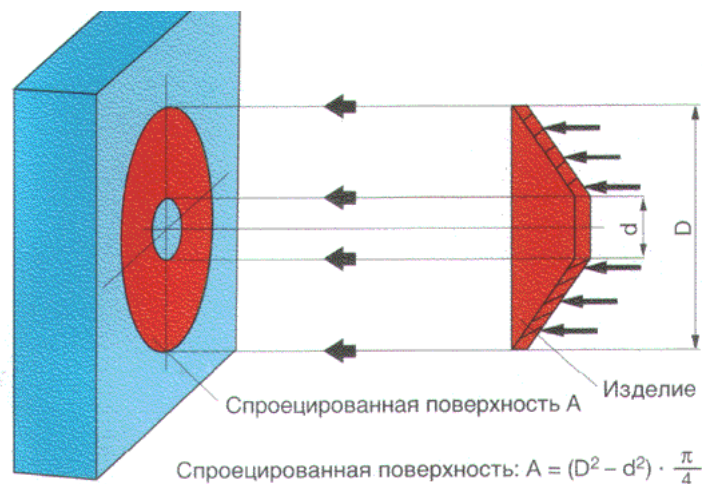


Рис.3 Проекция отливки

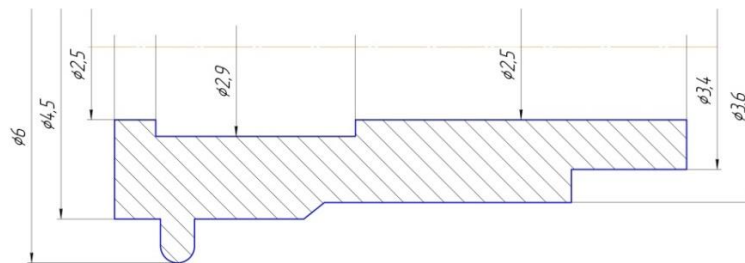


Рис.4 Отливка

Площадь проекции отливки (Рис.4), равна:

$$A = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} = \frac{(6^2 - 2,5^2) \cdot 3,14}{4} = 23,35 \text{ мм}^2;$$

Так как отливки две, площадь будет: $2A = 46,7 \text{ мм}^2$;

В данной отливке, толщина стенки изменяется, поэтому определим среднюю толщину стенки, которая будет равна:

$$T = \frac{(3,4 - 2,5) + (3,4 - 2,9) + (3,6 - 2,5) + (3,6 - 2,9) + (4,5 - 2,9) + (4,5 - 2,5)}{6} = 1,13 \text{ мм};$$

Путь течения расплава – это путь, который проходит материал при впрыске от начала литниковой втулки до самой дальней точки формуемого изделия ($L \approx 70 \text{ мм}$)

Отношение пути течения расплава к толщине стенки:

$$\frac{L}{T} = \frac{70}{1,13} = 62 : 1$$

Из графика ниже (Рис.5) определяем давление в форме, учитывая толщину стенки при 1,13 мм $\approx 190 \text{ бар}$ (1 бар = 1,02 кг/см²);

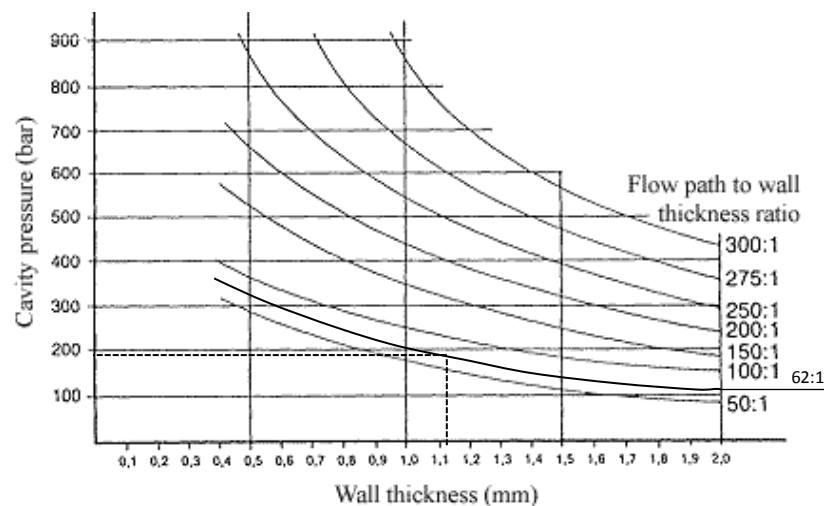


Рис.5

где Wall thickness (mm) - толщина стенки (мм); Flow path to wall thickness ratio - отношение пути течения расплава к толщине стенки; Cavity pressure (bar) - давление в форме (бар).

Определим усилие смыкания:

$$F = 2A \cdot 190 \cdot 1,02 = 46,7 \cdot 190 \cdot 1,02 = 9050,46 \text{ кг} = 9 \text{ тонн.}$$

С учетом 15%: $F = 9 \cdot 0,15 + 9 \approx 11 \text{ тонн.}$

Усилие смыкания, обеспечиваемое на инжекционно-литьевой машине вертикального типа серии CVI-2.5STS, равно 30 тонн.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что усилие смыкания для прессформы на данной литьевой машине обеспечивается.

1.3 Последовательность операций при литье под давлением.

1. Оператор на панели управления литьевой машины (Рис.6), выставляет основные параметры (давление смыкания верхней матрицы относительно нижней, скорость узла смыкания, давление впрыска термопласта и др.).



Рис.6

2. Литьевая машина выдвигает нижнюю плиту в сторону оператора (Рис.7), на которой в фиксированном положении (относительно верхней матрицы) располагается нижняя матрица. Оператор собирает заранее подготовленные «наконечники» с деталью «замок» и производит сборку с нижней матрицей (Рис.8).



Рис.7



Рис.8

3. После сборки «замка» с нижней матрицей, оператор отводит нижнюю плиту в положение смыкания и запускает цикл (Рис.9).



Рис.9

4. Изготовление детали начинается с процесса дозирования. Объем дозирования определяется объемом изделия. Непрерывно вращающийся шнек затягивает полимерное сырье (Рис.10а) и отжимается назад расплавом, находящимся в передней части шнека (Рис.10б). Когда необходимое количество расплава оказывается в передней части узла впрыска, вращение шнека прекращается.

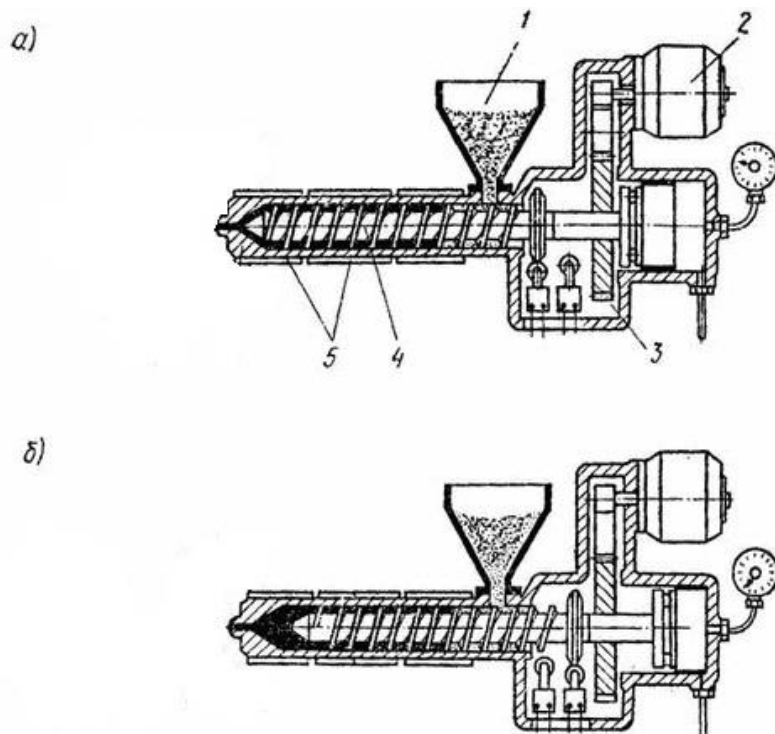


Рис.10 Узел пластикации литейной машины

1- емкость с гранулами; 2- электромотор; 3- редутор; 4- шнек;
5- нагревательные элементы.

Максимально дозирующий ход шнека не должен превышать четырехкратного диаметра шнека (Рис.11). В случае превышения дозирующего хода шнека, в процессе переработки могут возникать следующие дефекты: значительные полосы на готовом изделии; пузыри на поверхности готового изделия.

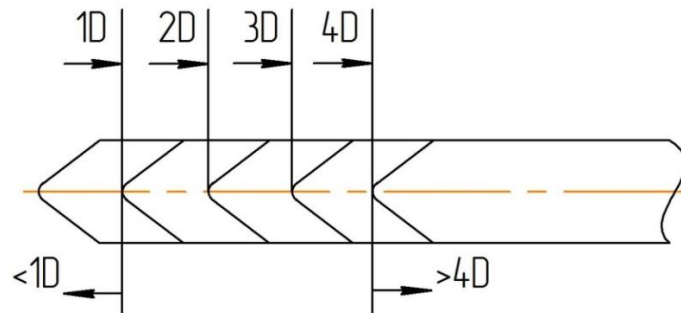


Рис.11 Полезный дозирующий ход шнека

5. В начале цикла литья форма закрывается под действием пресса, который на литейной машине называется узлом смыкания (Рис.12). Далее узел впрыска перемещается по направлению к замкнутой литейной форме до момента прилегания мундштука к литниковой втулке (Рис.13).

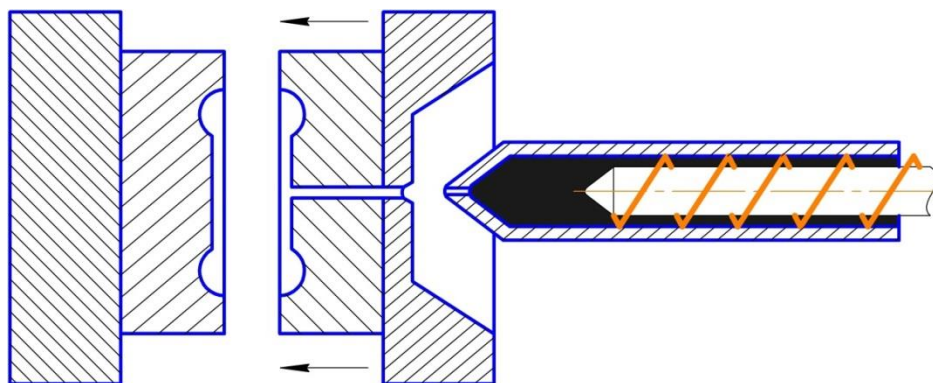


Рис.12 Узел смыкания

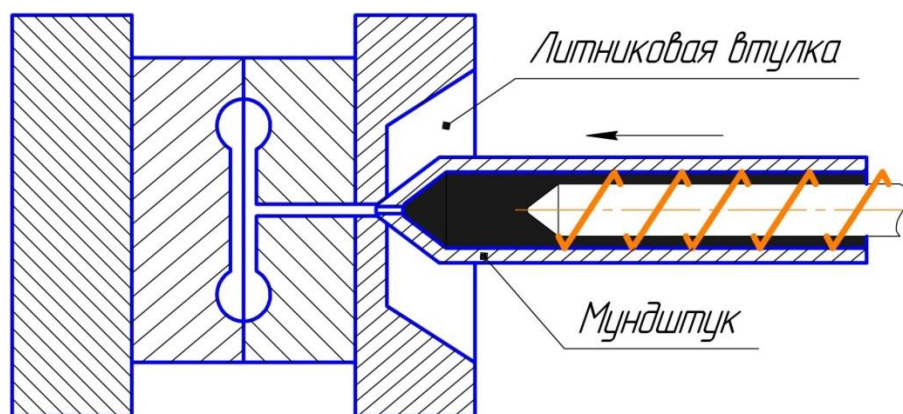


Рис.13 Узел впрыска

Усилие зажима подается таким образом, чтобы при впрыске контакт был плотным. В это время шнек, выступая в качестве поршня, перемещается вперед к оси, способствуя, впрыску полимерного расплава в формующую полость (в точно отмеренном количестве) (Рис.14). По мере заполнения формы давление внутри нее нарастает. Ему противодействует давление на форму узла смыкания; усилия смыкания препятствует проникновению расплава в зазоры по линии разъема формы. Как правило, заполнение формы не означает окончания процесса, т.к. объем расплава изменяется в процессе охлаждения.

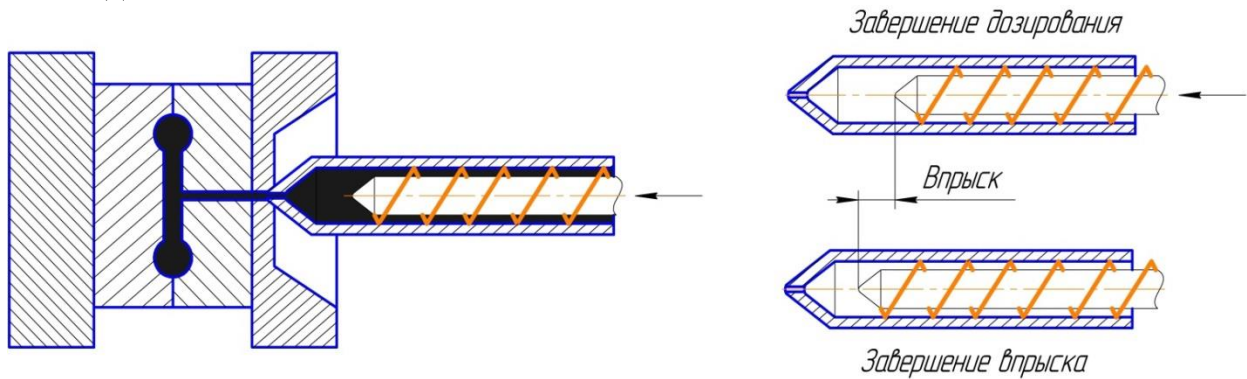


Рис.14 Заполнение формующей полости термопластом

Для компенсации усадки, а также предотвращения оттока расплава из литевой формы через литник узел впрыска переключается с давления литья на подпитку. Подпитка действует до тех пор, пока полимерное сырье не застынет во впускном литнике. После отключения подпитки начинается этап остаточного охлаждения. В процессе охлаждения отлитой детали в форме, шнек возвращается в положение дозирования. При этом шнек подает расплав для следующего инъекционного цикла в переднюю часть. После дозирования мундштук отводится от литниковой формы.

7. Когда отливка (деталь) затвердевает до такой степени, что может сохранять свою геометрию без внешней поддержки, узел смыкания раскрывает литевую форму, и отливка извлекается из формующей полости (Рис.15). Затем цикл повторяется.

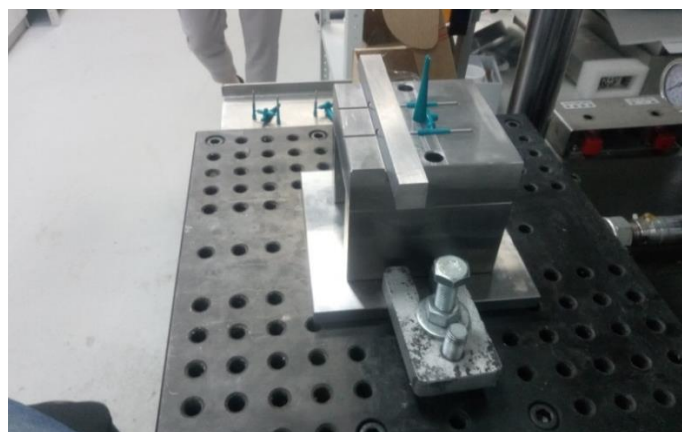


Рис.15 Извлечение готовой отливки

1.3.1 Изделия, полученные из термопласта литьем на инжекционно-литьевой машине вертикального типа серии CVI-2.5STS

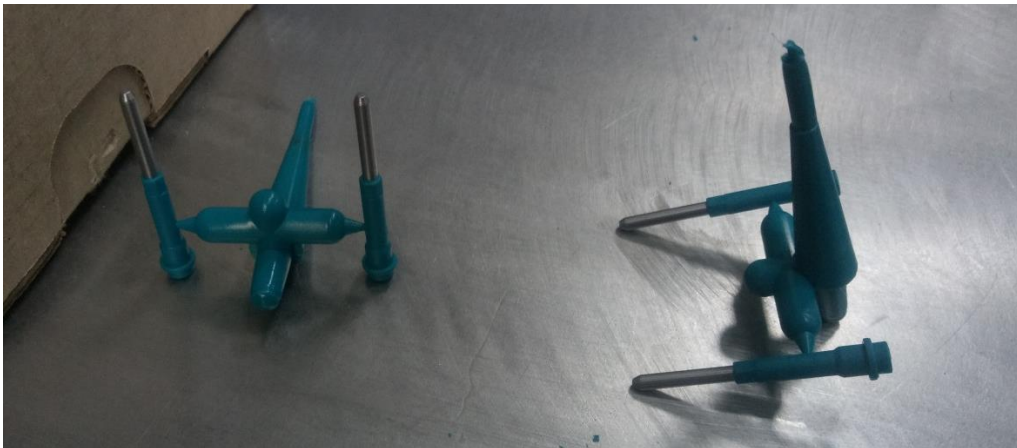


Рис.16 Фотографии готовых изделий

1.4 Конструкция прессформы.

Пресс-форма литья под давлением состоит из следующих элементов (Рис.17):

1 – верхняя матрица; 2 – нижняя матрица; 3 - замок; 4 - плита верхняя;
5 - плита нижняя; 6 - стойка; 7 – палец малый; 8 – штифт; 9 - палец;
10 - золотник; 11 - толкатель; 12 - болт; 13 – болт шпилька; 14 – болт сливной.

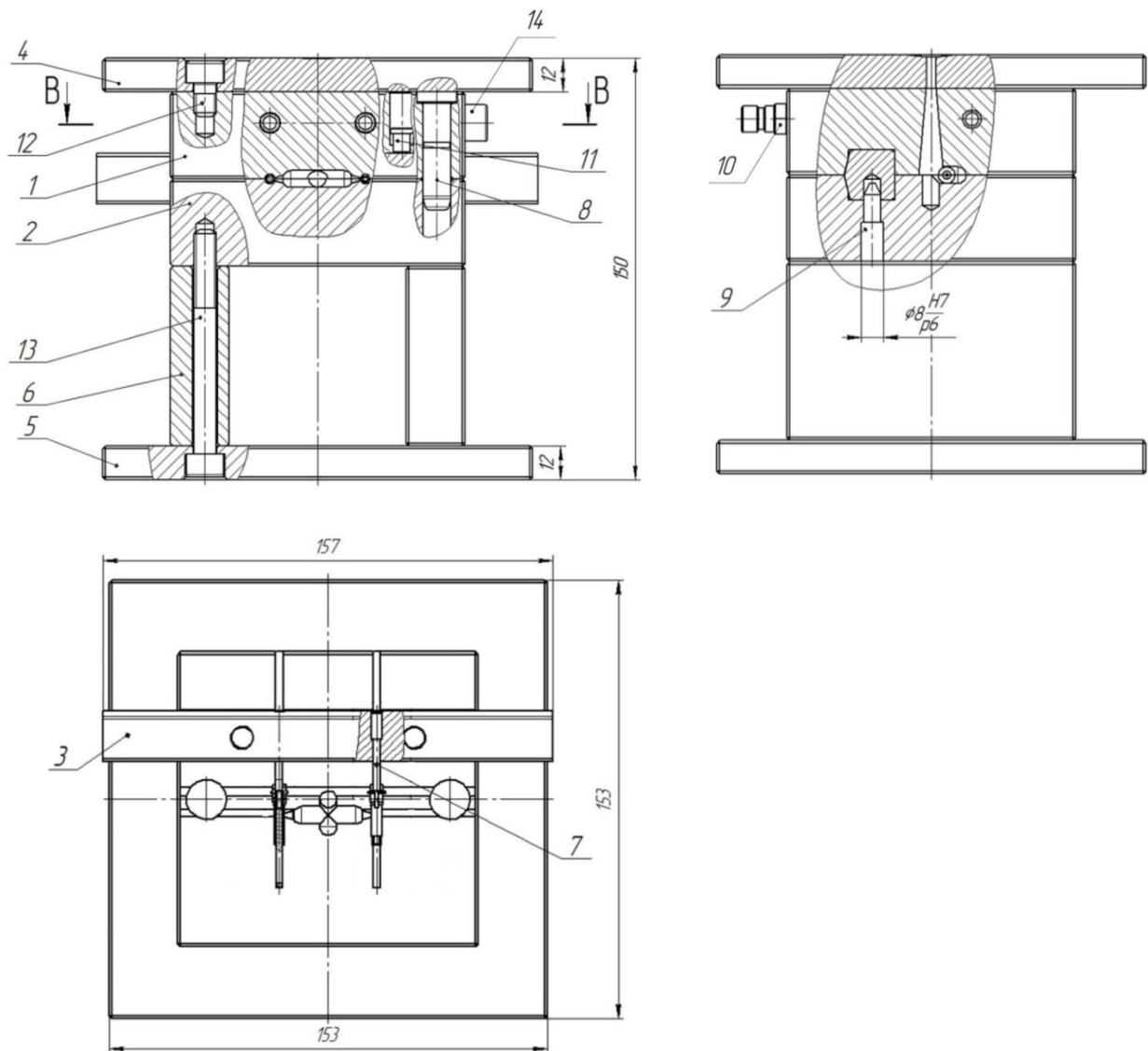


Рис.17 Сборочный чертеж пресс-формы

1.4.1 Анализ конструкции прессформы.

На рис. 17 показана съемная двухместная пресс-форма с горизонтальной плоскостью разъема. Пресс-форма состоит из двух главных элементов: матрицы верхней 1 и матрицы нижней 2. В свою очередь матрица верхняя 1 закреплена на подвижном столе термопластавтомата с помощью плиты верхней 4 через болты 12. Матрица нижняя 2 закреплена к плите нижней 5 через стойки 6 с помощью болтов 13 и находится на горизонтально-выдвижном столе термопластавтомата.

1.4.2 Принцип работы прессформы.

Перед запуском цикла литья пресс-форму предварительно выставляют на соосность нижней матрицы 2 относительно верхней матрицы 1, совмещением впрессованных штифтов 8 в отверстия нижней матрицы 2. После нижнюю матрицу 2 окончательно закрепляют на горизонтально-выдвижном столе термопластавтомата и производят несколько пробных циклов (Рис 18).

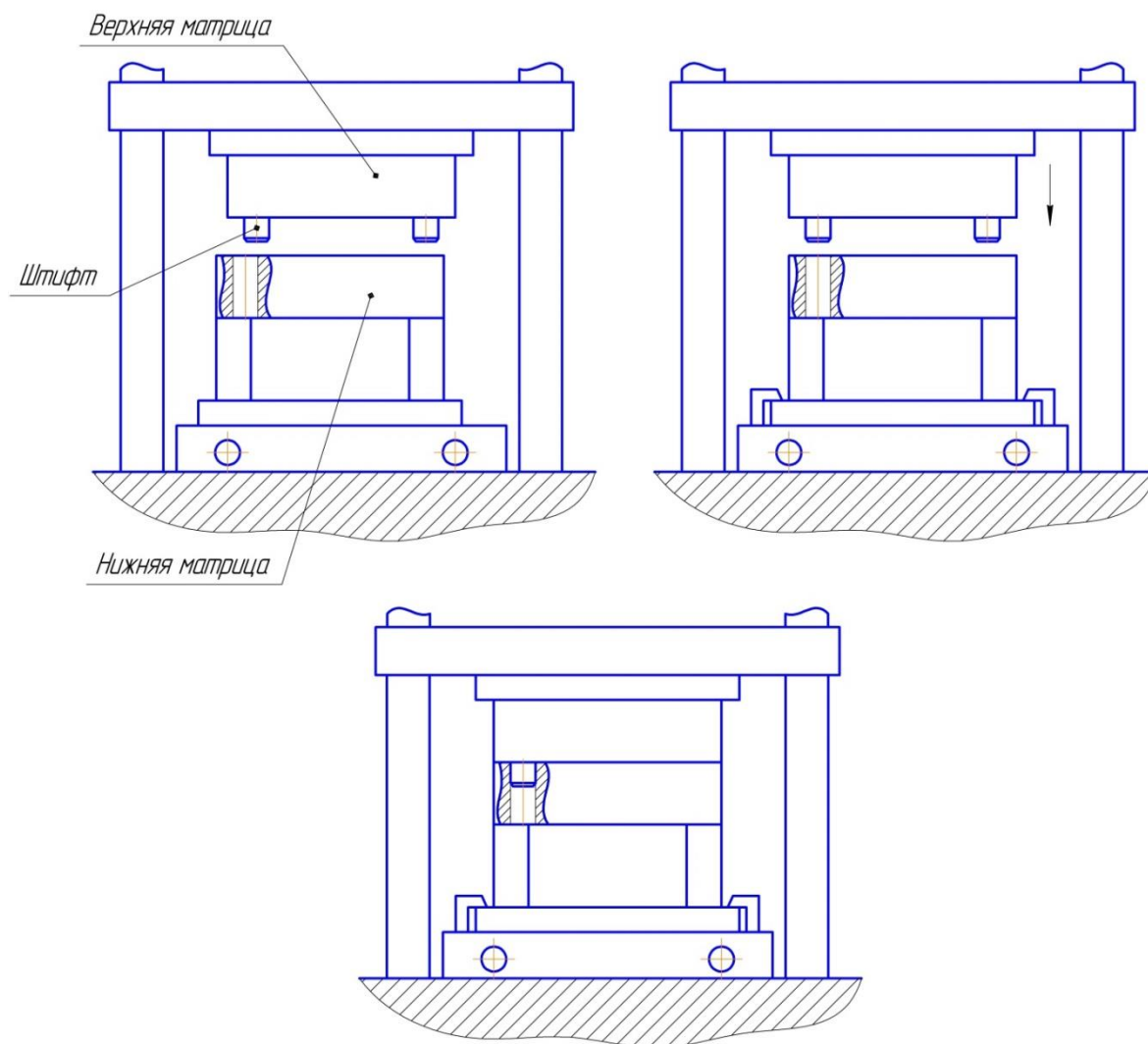


Рис. 18 Установка матриц на термопластавтомате

Запуск цикла начинается с подготовки нижней матрицы 1, закладке замка 3 вместе с заготовками (наконечники) в паз матрицы и фиксации пальцем 9 (Рис.19).

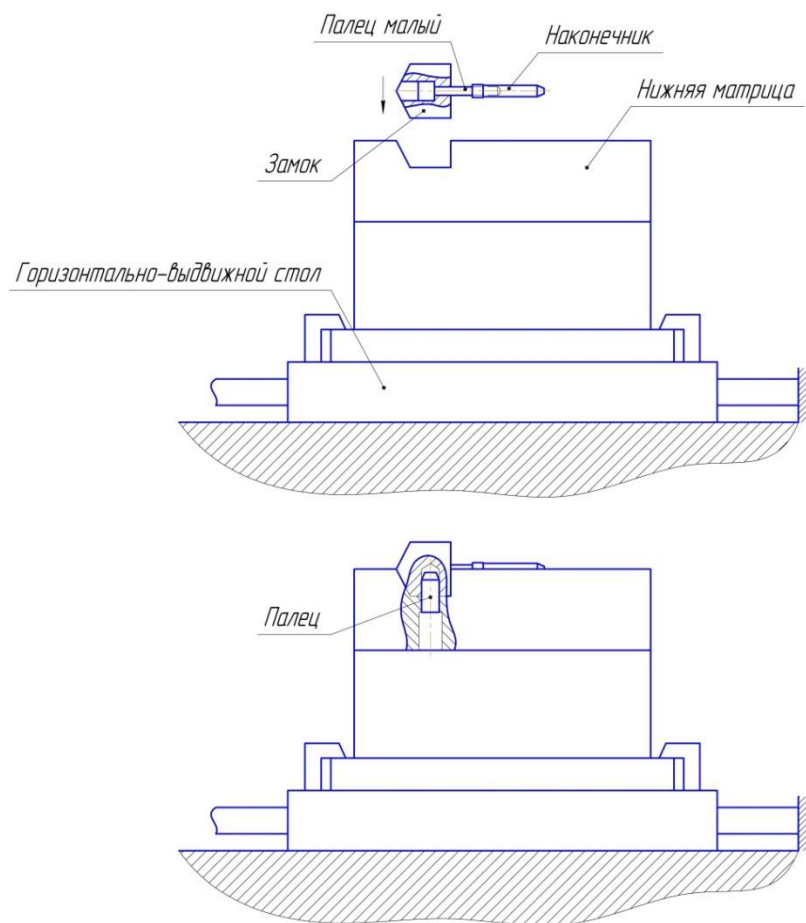


Рис.19 Установка заготовок

Горизонтально-выдвижной стол вместе с нижней матрицей 1 возвращается в положение состыковки матриц и производится смыкание пресс-формы (Рис.20).

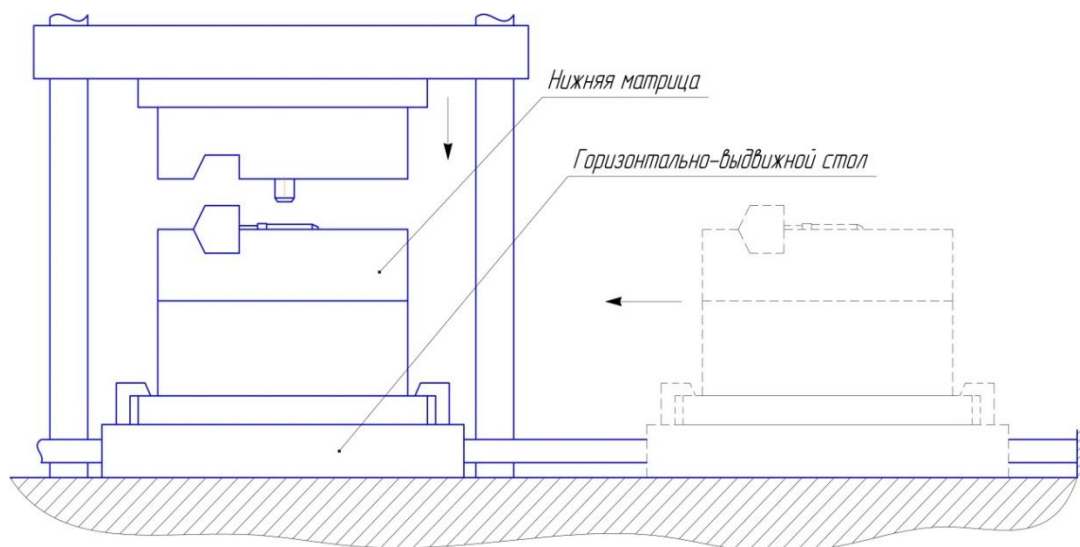


Рис.20 Смыкание пресс-формы

Осуществляется подвод мундштука к подвижному столу термопластавтомата, состыковка с плитой верхней 4 и впрыск в литниковую систему пресс-формы термопласта в строго отмеренном количестве (Рис.21).

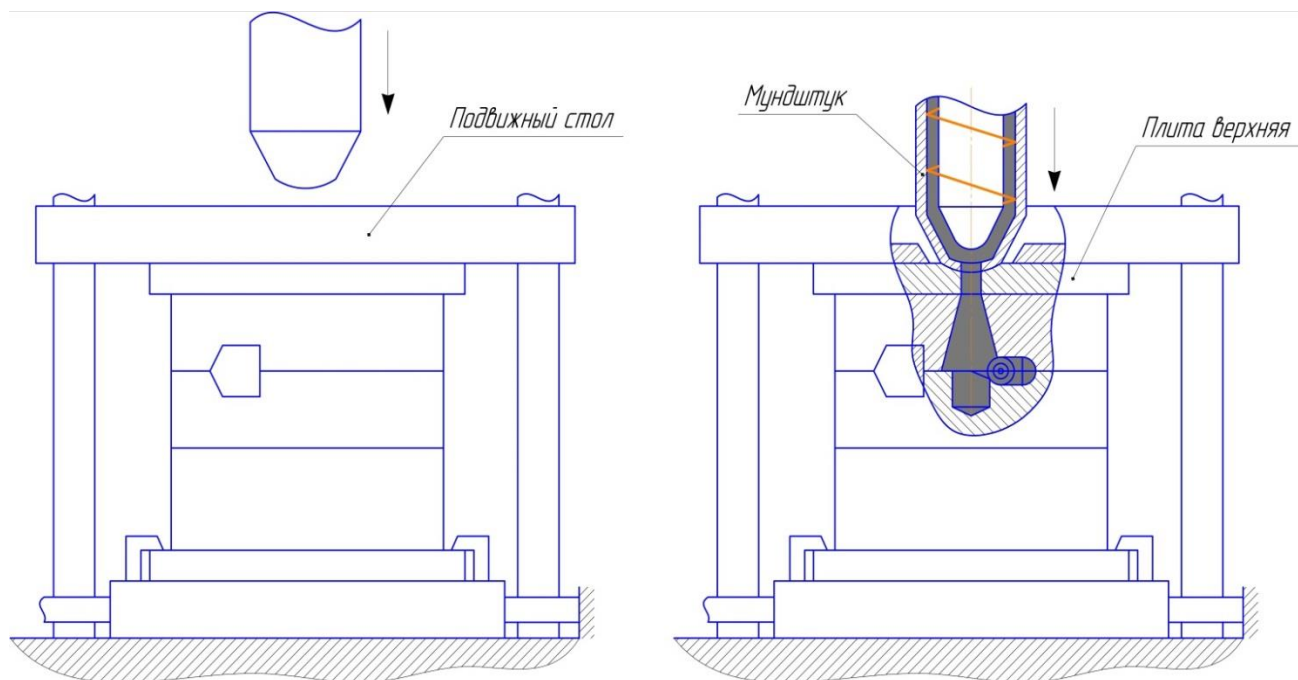


Рис.21

Охлаждение термопласта пресс-формы происходит по каналам в верхней матрице 1 через золотники 10 (Рис.22).

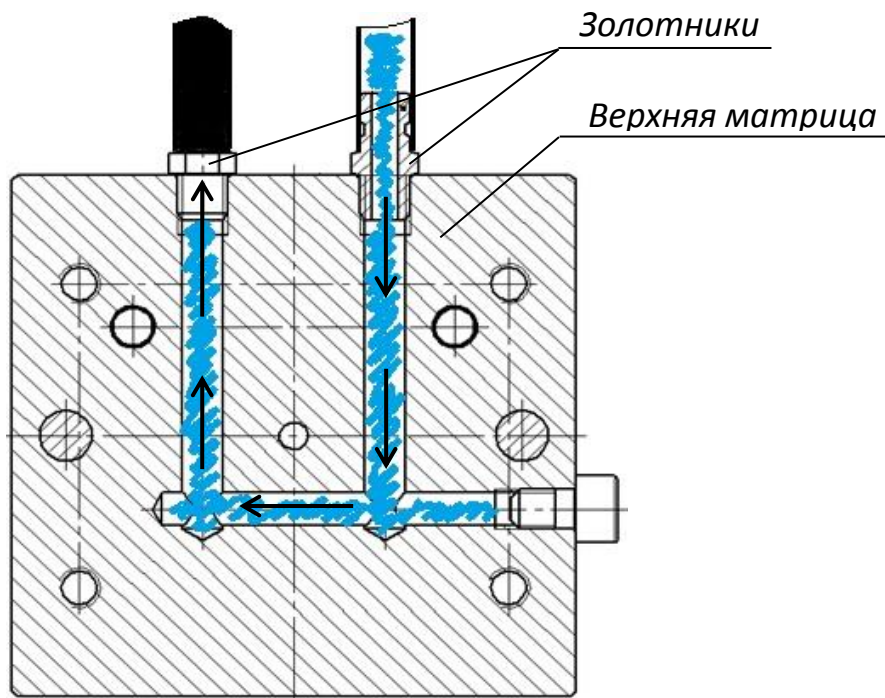


Рис.22 Циркуляция охлаждающей жидкости по каналам охлаждения в верхней матрице

После охлаждения термопласта, подвижный стол вместе с матрицей верхней 1 по направляющим термопластавтомата перемещается вверх, размыкая пресс-форму, при этом подпружиненные толкатели 11, предотвращают перемещение замка 3 вместе с отливкой вслед за верхней матрицей 1 (Рис.23).

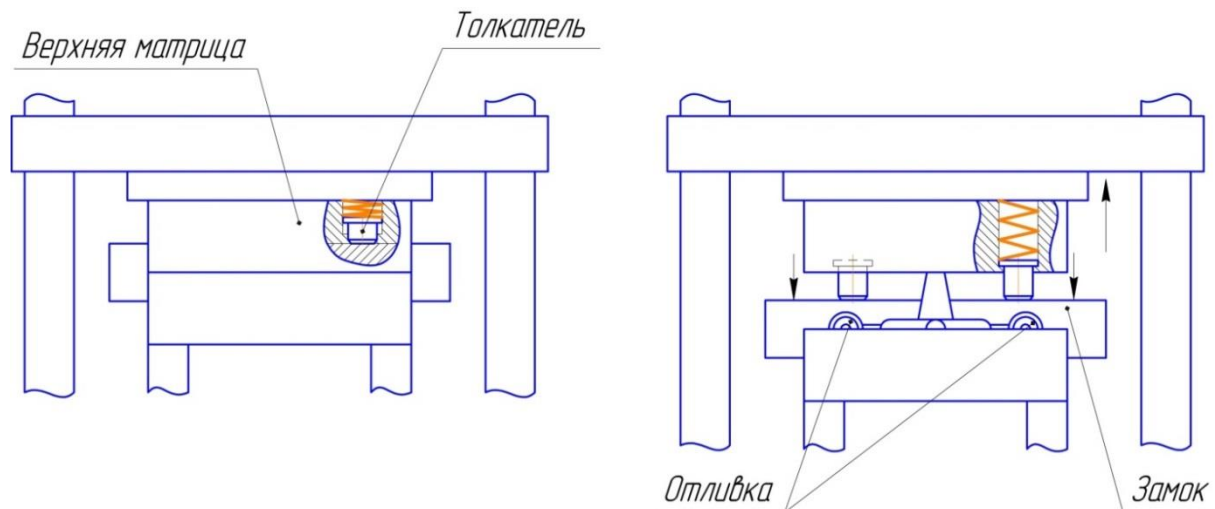


Рис.23 Размыкание пресс-формы

Горизонтально-выдвижной стол вместе с готовой отливкой находящейся в матрице нижней 2 перемещается к оператору, оператор, вытаскивая замок 3 снимает готовую отливку (Рис.24) и закладывает следующие заготовки. Затем цикл повторяется.

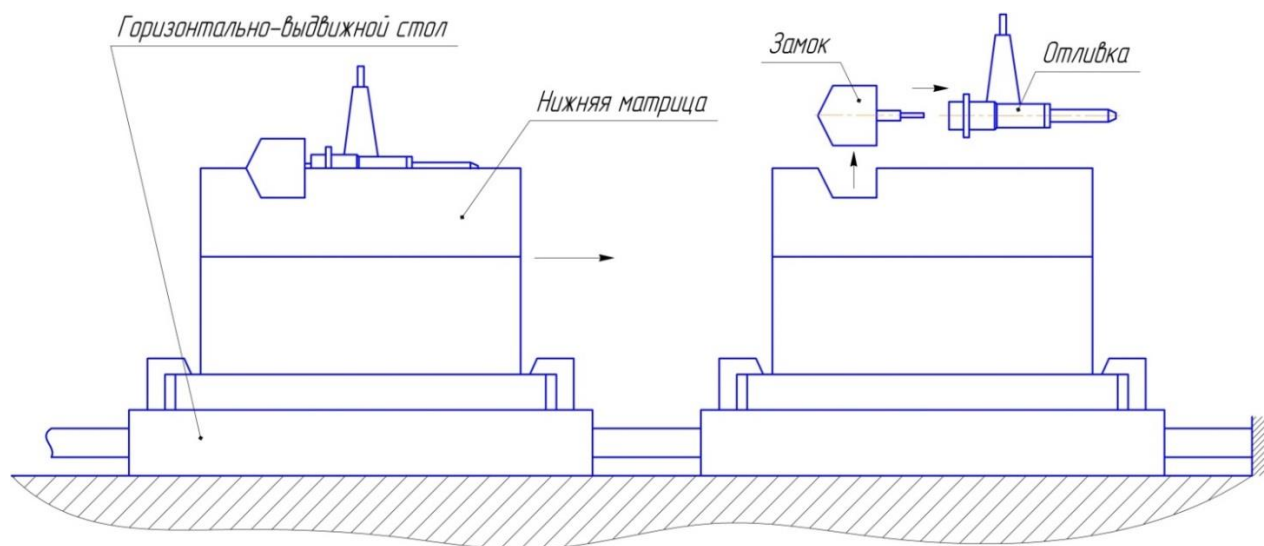


Рис.24 Извлечение готовой отливки

Вывод: в ходе выполнения конструкторской части, указали основные характеристики инжекционно-литьевой машины вертикального типа, произвели расчет усилий смыкания пресс-формы, описали последовательность действий выполняемых оператором для получения готового изделия; провели анализ конструкции и описали принцип работы пресс-формы.

Техническое задание

Technical drawing of a mechanical part, likely a pump or valve component. The drawing includes a front view, a top view, and a side view. Key dimensions include: overall length 103, width 60±0.1, and height 105. The front view shows a complex profile with a central circular feature and various fillets. The top view shows a rectangular base with four circular holes. The side view shows a cross-section with a central shaft and a flange. The drawing is labeled with 'B-B(4:1)' and 'A-A(4:1)' indicating section lines. The title block contains the text 'Матрица нижняя' (Lower Matrix) and 'Спецификация' (Specification).

Рис.25 Чертеж детали

2.1 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3,с.21]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}, \quad (1)$$

где $t_{в}$ – такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$ – среднее штучное время, мин.

Так как изделие изготавливается в единичном экземпляре, расчет не производится, назначаем единичное производство ($K_{з.о} > 40$)

2.2 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 40Х13), выбираем в качестве исходной заготовки – листовой прокат.

Характеристики стали 40Х13

Химический состав стали 40Х13

Сталь 40Х13 входит в группу сталей типа Х13 вместе со сталями 08Х13, 12Х13, 20Х13 и 30Х13. Занимает свой интервал по содержанию углерода — от 0,36 до 0,45 %, количества остальных легирующих элементов и примесей — такие же, как и у других сталей типа Х13 (таблица 1).

Таблица 1 — Химический состав стали 40Х13 по ГОСТ 5632-72

Сталь	Массовая доля элементов в ст.40Х13, %					
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Сера	Фосфор
40Х13	0,36-0,45	<0,8	<0,8	12,0-14,0	<0,025	<0,030

Механические свойства 40Х13 при Т=20°С

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 5582-75			550		15			Отжиг 740 - 800°С,
Прутки, заданной прочности, ГОСТ 18907-73			590-810		10			
Проволока, ГОСТ 18143-72			640-880		10-14			

Механические свойства стали 40Х13 при повышенных температурах

Влияние повышения температуры на механические свойства стали 40Х13 после закалки с 1050 °С и отпуска при 600 °С показано в таблице 2.

Таблица 2 — Механические свойства стали 40Х13 при повышенных температурах

Температура испытания	Предел прочности при растяжении	Предел текучести 0,2МПа	Относительное удлинение
20°С	1140	910	13
200°С	960	830	11
300°С	920	730	10
400°С	795	685	12
500°С	530	475	20
600°С	310	260	21

2.3 Разработка технологического маршрута изготовления матрицы нижней

Технологический маршрут изготовления матрицы нижней представлен в таблице 1

Таблица 1

№			Наименование операции и содержание переходов	Технологический эскиз	Оснастка, станок, инструменты
Операции	Установа	Перехода			
05			<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Раскроить лист, выдерживая размеры A_{01}, C_{02} и B_{03}^*;</p>		Гидроабразивный станок
10			<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Заготовку установить, закрепить</p> <p>1 Фрезеровать поверхность ①, выдерживая размер A_{11}, на глубину B_{11};</p> <p>2 Фрезеровать поверхность ②, выдерживая размер A_{12}, на глубину B_{11}^*;</p> <p>3 Фрезеровать поверхность ③, выдерживая размер C_{13}, на глубину B_{11}^*;</p> <p>4 Фрезеровать поверхность ④, выдерживая размер C_{14}, на глубину B_{11}^*;</p> <p>5 Фрезеровать поверхность ⑤, выдерживая размер B_{15};</p>		Тисы, упор; Пяти координатный фрезерный станок с ЧПУ; Фреза торцевая, фреза торцевая

15		<p align="center">Фрезерная</p> <p>1 Фрезеровать поверхность ①, выдерживая размер A_{11}^*, на глубину B_{12}^*;</p> <p>2 Фрезеровать поверхность ②, выдерживая размер A_{12}^*, на глубину B_{12}^*;</p> <p>3 Фрезеровать поверхность ③, выдерживая размер C_{13}^*, на глубину B_{12}^*;</p> <p>4 Фрезеровать поверхность ④, выдерживая размер C_{14}^*, на глубину B_{12}^*;</p> <p>5 Фрезеровать поверхность ⑤, выдерживая размер B_{21};</p> <p>6 Сверлить 4 отв. ⑥ – D_{23}, выдерживая размеры C_{22}, A_{23}, A_{24} и C_{25};</p> <p>7 В 4 отв. ⑥ нарезать резьбу $M8 - 6H \times 12 - 15$;</p> <p>8 Сверлить 2 отв. ⑦ – D_{27}, выдерживая размеры C_{26}, A_{27} и C_{28};</p> <p>9 Расфрезеровать 2 отв. ⑦ на диаметр D_{28} и глубину B_{29};</p> <p>10 Расфрезеровать 2 отв. ⑦ – D_{29} и глубину B_{29}^*;</p> <p>11 Сверлить отв. ⑧ – D_{210}, выдерживая размеры A_{210}, B_{211} и C_{212};</p> <p>12 Расфрезеровать отв. ⑧ – D_{211}, выдерживая размеры A_{210}, B_{211}^* и C_{212};</p>		Тисы, упор; Пяти координатный фрезерный станок с ЧПУ; Фреза торцевая, фрезы концевые, сверло, метчик
20	А	<p align="center">Плоскошлифовальная</p> <p>Заготовку установить, закрепить</p> <p>Шлифовать пов. ①, выдерживая размер B_{31};</p>		Плоскошлифовальный станок; Шлифовальный круг
	Б	<p>Заготовку переустановить, закрепить</p> <p>Шлифовать пов. ②, выдерживая размер B_{32};</p>		

25		<p>Фрезерная</p> <p>Заготовку установить, закрепить</p> <p>1 Расфрезеровать 2 отв. (1) до D_{41}, на расстояние B_{41};</p> <p>2 Фрезеровать паз (2) по программе, выдерживая размеры A_{43}, B_{431}, A_{432}, B_{433} и $13^\circ \pm 3'$;</p> <p>3 Сверлить отв. (3) – D_{43}, выдерживая размер A_{44};</p> <p>4 Фрезеровать пазы (4), выдерживая размеры C_{45}, C_{451}, B_{452};</p> <p>5 Фрезеровать выпары (5), выдерживая размеры A_{46}, A_{47}, A_{48}, A_{49};</p> <p>6 Фрезеровать литниковые каналы (6) по программе, выдерживая размеры C_{410}, B_{412}, D_{412}, A_{413}, R_{414}, R_{4121}, R_{4122}, B_{414}, C_{415}, A_{4121} и $16^\circ 52'$;</p> <p>7 Фрезеровать пазы (7), выдерживая размеры A_{416}, A_{417}, A_{418}, D_{417} и D_{418};</p>		Пальцы установочные; Пяти координатный фрезерный станок с ЧПУ; Фрезы концевые, сверло, фрезы концевые радиусные
30		<p>Термическая</p> <p>Закалить деталь на 40...44 HRC</p>		
35	A	<p>Плоскошлифовальная</p> <p>Заготовку установить, закрепить</p> <p>Шлифовать пов. (1), выдерживая размер B_{61};</p>		Плоскошлифовальный станок; Шлифовальный круг
	Б	<p>Заготовку переустановить, закрепить</p> <p>Шлифовать пов. (2), выдерживая размер B_{62};</p>		

40		<p><u>Координатно-шлифовальная</u></p> <p>Шлифовать 2 отв. до D_{71};</p>		Координатно-шлифовальный станок; головка шлифовальная цилиндрическая
45	<p>1</p> <p>2</p>	<p><u>Электроэрозионная</u></p> <p>Выставить электрод, относительно базы А по размерам C_{81}, A_{82};</p> <p>Прошить формы ① и ②, выдерживая размеры A_{821}, A_{822}, A_{823}, A_{824}, A_{825}, A_{826}, A_{827} и обеспечивая симметричность осей относительно базы Б не более 0,01 мм;</p>		Тисы, упор; Электроэрозионный станок; Графитовый электрод, медный электрод

2.3.1 Размерный анализ технологического процесса

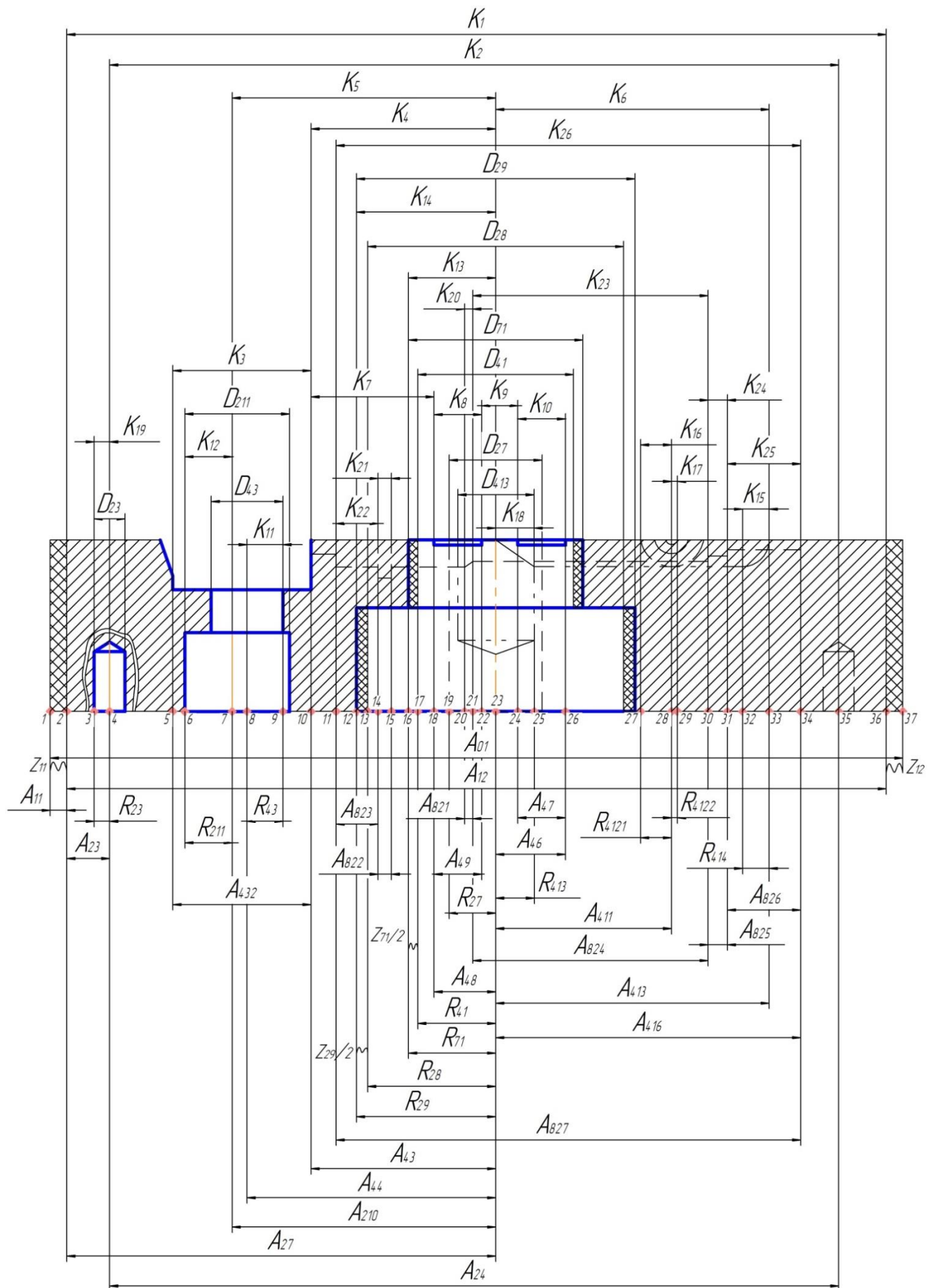


Рис. 26.1 – Первая размерная схема технологического процесса.

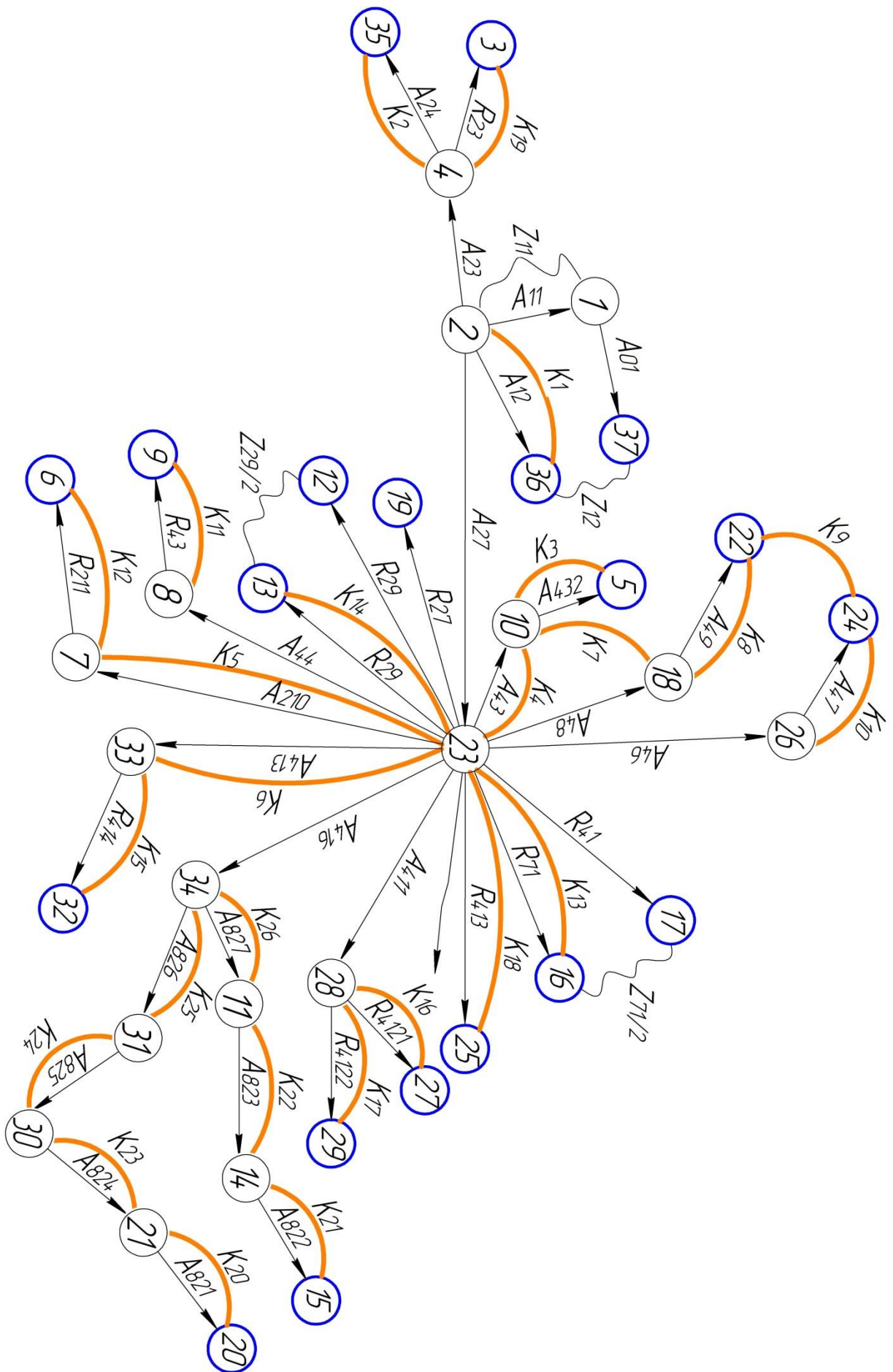


Рис. 26.2 – Граф-дерево первой схемы.

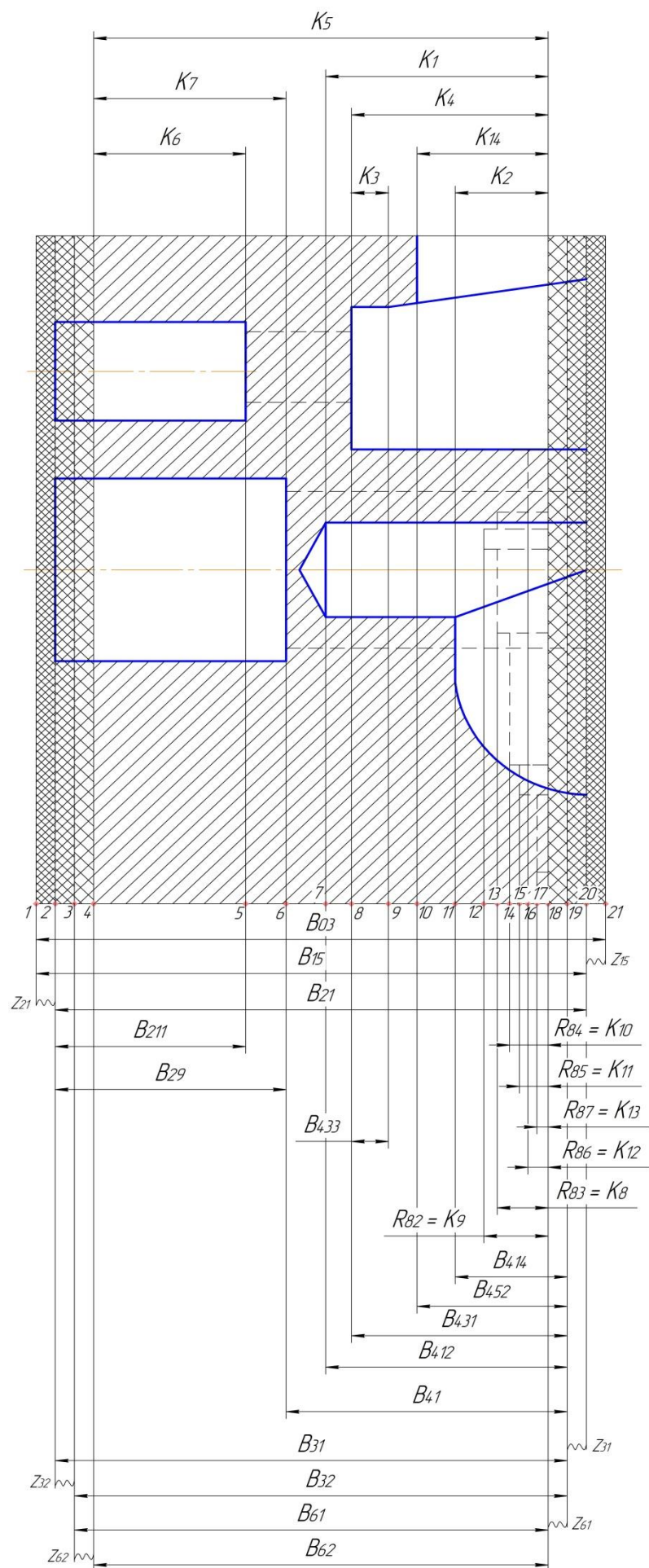


Рис. 26.3 – Вторая размерная схема технологического процесса.

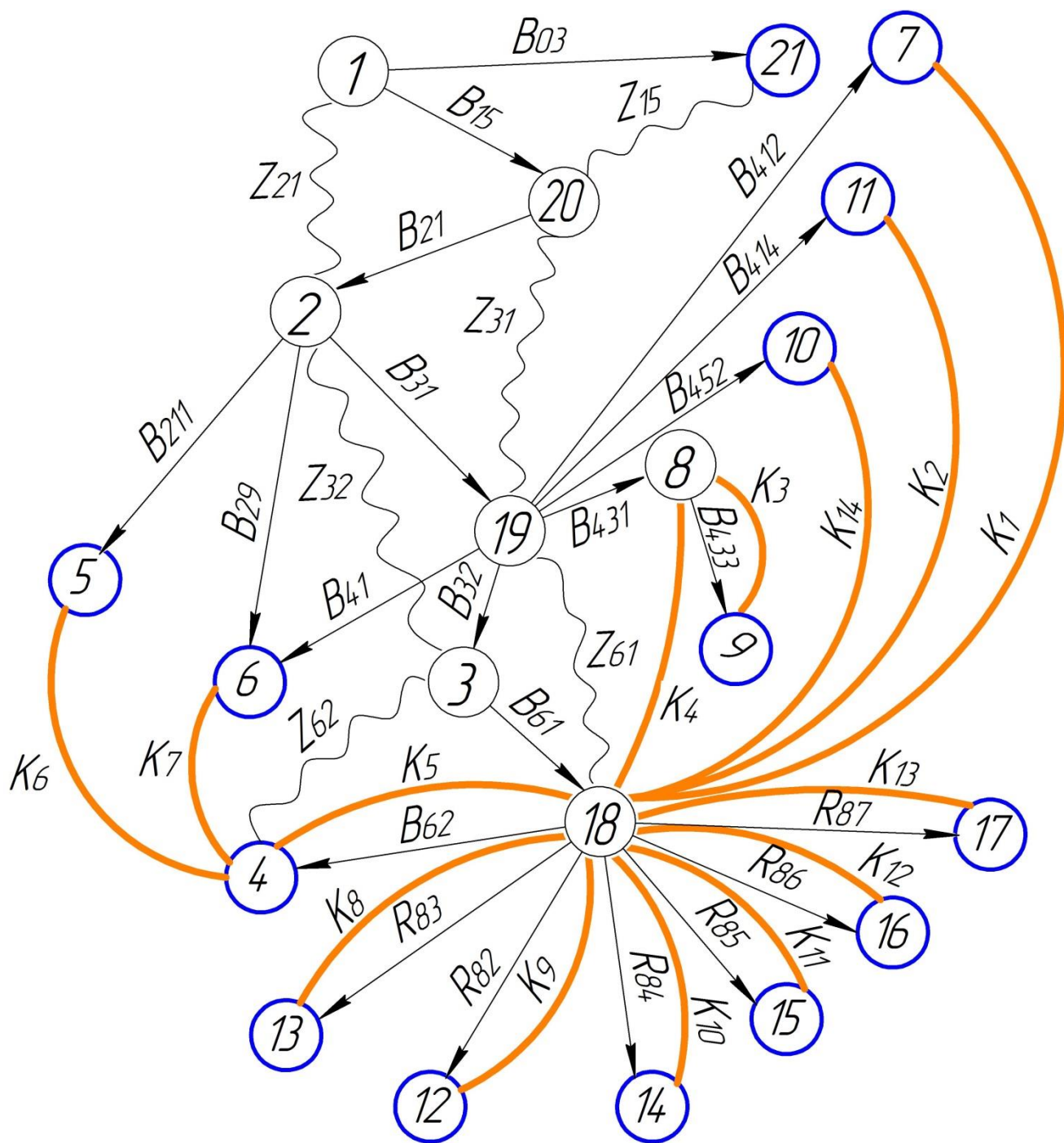


Рис. 26.4 – Граф-дерево второй схемы.

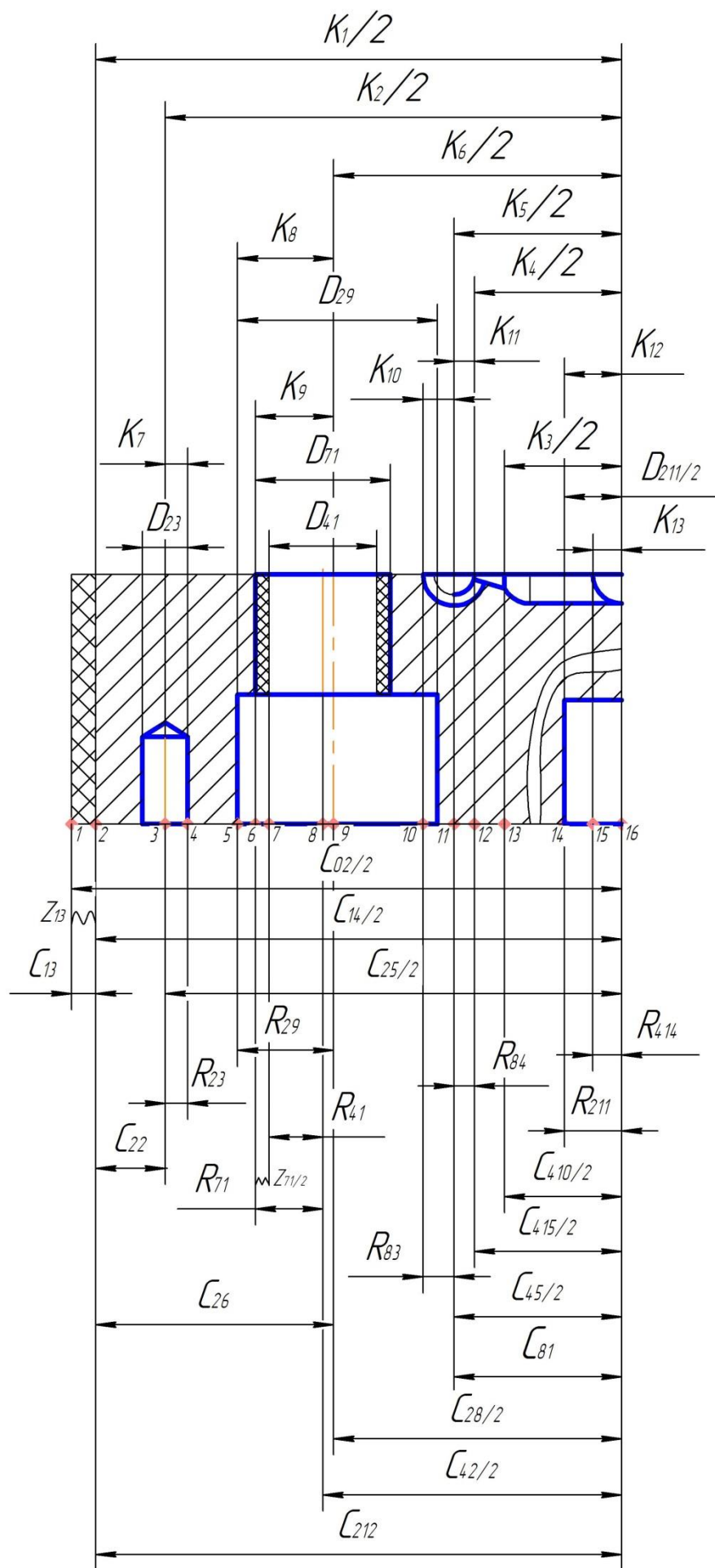


Рис. 26.5 – Третья размерная схема технологического процесса.

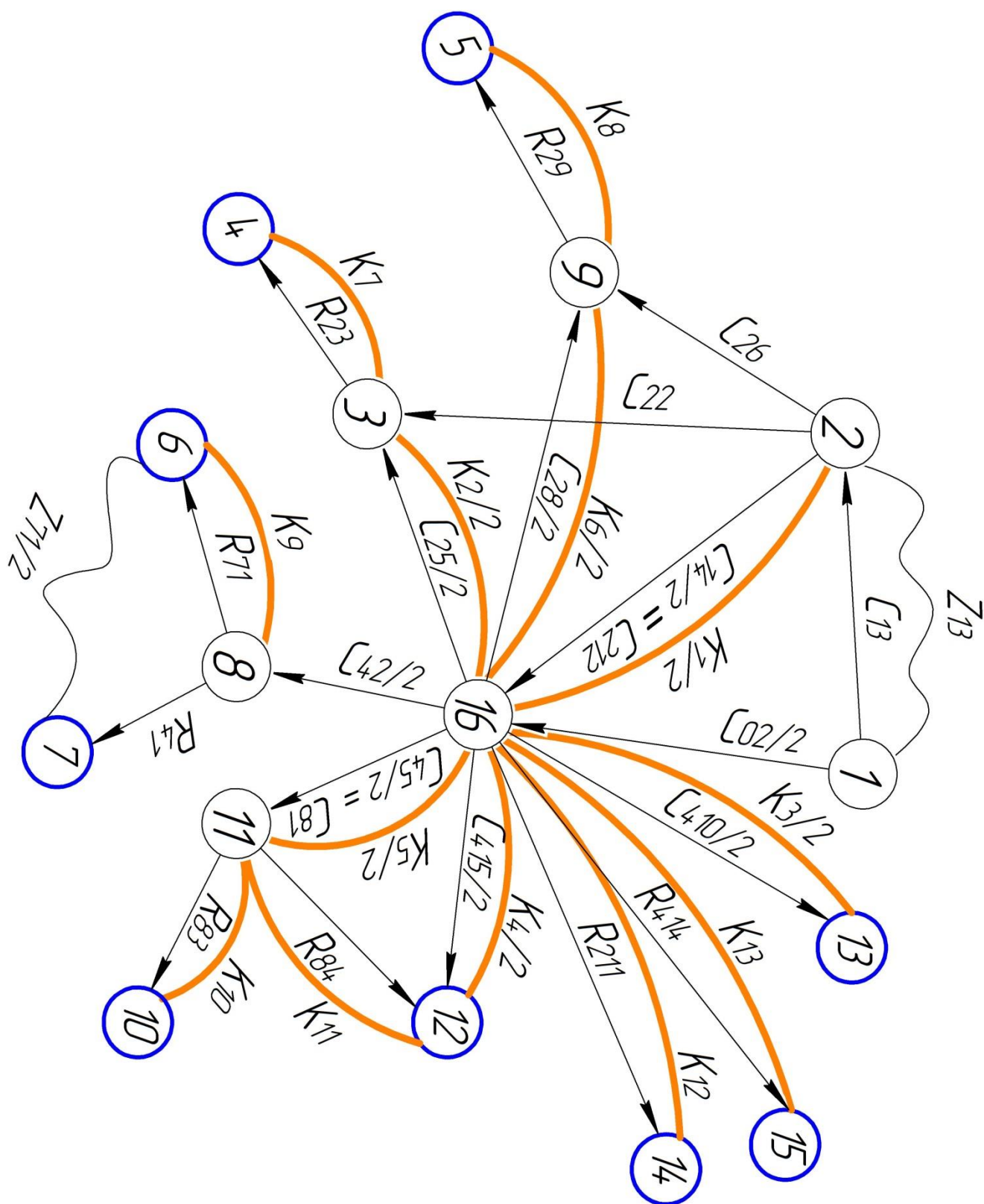


Рис. 26.6 – Граф-дерево третьей схемы.

2.4 Назначение допусков на технологические размеры

По ГОСТ 7505–89 кривизна профиля сортового проката равна 1мм на 1мм;
Для листового проката (130x130x34) без правки, при обычной точности
получаем: $\rho = 0,13$ мм.

Допуски на осевые технологические размеры указаны в таблице 2.1

Таблица 2.1

Размеры	Погрешности, мм			Допуск назначенный, мм	Допуск по чертежу, мм
	ρ	ω_c	ε_3		
A_{01} и C_{02}	$3 \cdot 2$	-	-	6	-
B_{03}	$0,9 \cdot 2$	-	-	1,8	-
B_{15}	0,13	0,04	0,13	0,3	-
A_{11}	0,13	0,04	0,15	0,32	-
A_{12} и C_{14}	-	-	-	0,2	$TK = 0,87$
B_{21}	$0,13 \cdot 0,06$	0,04	-	0,05	-
C_{22} и A_{23}	$3 \cdot 0,06$	0,02	-	0,2	-
A_{24} и C_{25}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,2$
A_{27}	-	0,1	-	0,1	-
A_{210}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
B_{31} и B_{32}	-	0,01	-	0,01	-
A_{41}	-	0,04	-	0,04	-
C_{42} и C_{28}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
A_{43}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
B_{431}	-	0,01	-	0,01	-
A_{432}	-	-	-	0,05	$TK = 0,05$
B_{433}	-	0,02	-	0,02	$TK = 0,25$
A_{44}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
C_{45}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
A_{451}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
B_{452}	-	0,02	-	0,02	$TK = 0,25$
C_{26}	-	0,1	-	0,1	-
A_{46}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,3$
A_{47}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,25$
A_{48}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,3$
A_{49}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,25$
C_{410}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,52$
A_{411}	-	0,04	-	0,04	-
B_{412}	-	0,2	-	0,2	$TK = 0,43$
A_{413}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,43$
B_{414}	-	0,02	-	0,02	$TK = 0,25$
C_{415}	-	0,04	-	0,04	$TK = 0,62$
A_{416}	-	0,2	-	0,2	0,62

Размеры	Погрешности, мм			Допуск назначенный, мм	Допуск по чертежу, мм
	ρ	ω_c	ε_3		
B_{29}	-	0,04	-	0,04	-
B_{211}	-	0,04	-	0,04	-
B_{61}	-	-	-	0,01	$TK = 0,62$
B_{62}	-	-	-	0,01	$TK = 0,62$

Где ω_c – статистическая погрешность обработки; ρ – погрешность формы, полученная на предыдущей операции; ε_3 – погрешность закрепления заготовки;

Для размеров A_{01} и C_{02} , примем допуск равный 6 мм, это связано с особенностями резки на гидроабразивном станке;

Для размера B_{03} , примем допуск равный 1,8 мм, допуск на толщину листового проката назначен по ГОСТ 19903-74;

Для размеров A_{12} и C_{14} , примем допуск равный 0,2 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,87 мм);

Для размеров A_{24} и C_{25} , примем допуск равный 0,04 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,2 мм);

Для размеров A_{46} и A_{48} , примем допуск равный 0,04 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,3 мм);

Для размеров A_{47} и A_{49} , примем допуск равный 0,04 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,25 мм);

Для размера B_{412} , примем допуск равный 0,2 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,43 мм);

Для размера A_{413} , примем допуск равный 0,04 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,43 мм);

Для размера A_{416} , примем допуск равный 0,2 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,62 мм);

Для размеров B_{61} и B_{62} , примем допуск равный 0,01 мм, т.к. его можно обеспечить на плоскошлифовальном станке (допуск по чертежу равен 0,62 мм);

Для размера B_{433} , B_{414} , B_{452} примем допуск равный 0,02 мм, т.к. его можно обеспечить на станке с ЧПУ (допуск по чертежу равен 0,25 мм);

2.4.1 Назначение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные технологические размеры указаны в таблице 2.2

Таблица 2.2

Размеры	Погрешности, мм			Допуск назначенный, мм	Допуск по чертежу, мм
	ρ	ω_c	ε_3		
D_{23}	-	0,1	-	0,1	$TK = 0,36$
D_{27}	-	0,2	-	0,2	-
D_{28}	-	0,04	-	0,04	-
D_{29}	-	-	-	0,02	$TK = 0,02$
D_{211}	-	-	-	0,4	$TK = 0,4$
D_{41}	-	0,04	-	0,04	-
D_{43}	-	-	-	0,04	$TK = 0,04$
D_{413}	-	0,1	-	0,1	$TK = 0,3$
R_{4121} и R_{4122}	-	0,2	-	0,2	$TK = 0,25$
R_{414}	-	0,12	-	0,12	$TK = 0,15$
D_{71}	-	-	-	0,015	$TK = 0,015$
D_{82}	-	-	-	0,2	$TK = 0,2$
D_{83}	-	-	-	0,1	$TK = 0,1$
D_{84}	-	-	-	0,1	$TK = 0,1$
R_{85}	-	-	-	0,1	$TK = 0,1$
D_{86}	-	-	-	0,1	$TK = 0,1$
D_{87}	-	-	-	0,1	$TK = 0,25$

2.5 Расчет минимальных припусков на линейные технологические размеры

Значения Rz_{i-1} , h_{i-1} , ρ_{i-1} выбираем из [1, с.72-88] и заносим в таблицу 3.1

Таблица 3.1

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм		
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}
Заготовительная по ширине	0,12	0,13	1,5
Заготовительная по толщине	0,12	0,13	0,13
Фрезерование полуступовое	0,04	0,06	0,13
Шлифование полуступовое	0,02	0,04	-
Шлифование тонкое	0,02	0,008	-

Расчетная формула для определения припусков линейных технологических размеров, в частных случаях формула упрощается[1,с.42]:

$$z_i = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (2)$$

Используя формулу (2) найдем припуски:

1) Припуск z_{11min} , z_{12min} и z_{13min} :

$$z_{11min} = z_{12min} = z_{13min} = R_{z0} + h_0 + \rho_{i-1} = 0,12 + 0,13 + 1,5 = 1,75 \text{ мм},$$

где R_{z0} – шероховатость, полученная на заготовительной операции;

h_0 – толщина дефектного слоя, полученная на заготовительной операции;

ρ_{i-1} – точность геометрической формы.

2) Припуск z_{15min} : $z_{15min} = R_{z0} + h_0 + \rho_{i-1} = 0,12 + 0,13 + 0,13 = 0,38 \text{ мм}$

3) Припуск z_{21min} :

$$z_{21min} = R_{z1} + h_1 + \rho_{i-1} \cdot 0,06 = 0,04 + 0,06 + 0,13 \cdot 0,06 \approx 0,11 \text{ мм},$$

где R_{z1} – шероховатость, полученная на фрезерной получистовой операции;

h_1 – толщина дефектного слоя, полученная на фрезерной получистовой операции;

4) Припуск z_{31min} : $z_{31min} = R_{z2} + h_2 = 0,02 + 0,04 = 0,06 \text{ мм},$

где R_{z2} – шероховатость, полученная на получистовом шлифовании;

h_2 – толщина дефектного слоя, полученная на получистовом шлифовании;

5) Припуск z_{32min} : $z_{32min} = R_{z2} + h_2 = 0,02 + 0,04 = 0,06 \text{ мм}$

6) Припуск z_{61min} : $z_{61min} = R_{z3} + h_3 = 0,002 + 0,008 = 0,01 \text{ мм},$

где R_{z3} – шероховатость, полученная на тонком шлифовании;

h_3 – толщина дефектного слоя, полученная на тонком шлифовании;

7) Припуск z_{62min} : $z_{62min} = R_{z3} + h_3 = 0,002 + 0,008 = 0,01 \text{ мм}$

2.5.1 Расчет минимальных припусков на диаметральные технологические размеры

Значения Rz_{i-1} , h_{i-1} , ρ_{i-1} выбираем из [1, с.72-88] и заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм		
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}
Сверление	0,1	0,07	0,13
Фрезерование получистовое	0,03	0,05	0,13
Фрезерование тонкое	0,005	0,02	-

Расчетная формула для определения припусков диаметральных технологических размеров, в частных случаях формула упрощается [1, с.42]:

$$z_{imin} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (3)$$

Используя формулу (3) найдем припуски:

1) Припуск z_{29min}^D :

$$z_{29min}^D = 2(R_{z1} + h_1) = 2(0,03 + 0,05) = 0,16 \text{ мм},$$

где R_{z1} – шероховатость, полученная на фрезерной получистовой операции;

h_1 – толщина дефектного слоя на фрезерной получистовой операции;

ε – погрешность закрепления.

2) Припуск z_{71min}^D :

$$z_{71min}^D = 2(R_{z2} + h_2) = 2(0,005 + 0,02) = 0,05 \text{ мм},$$

где R_{z2} – шероховатость, полученная на тонком шлифовании;

h_2 – толщина дефектного слоя на тонком шлифовании;

2.6 Расчет припусков, технологических размеров в осевом направлении и диаметральных технологических размеров

2.6.1 Расчет технологических размеров первой схемы

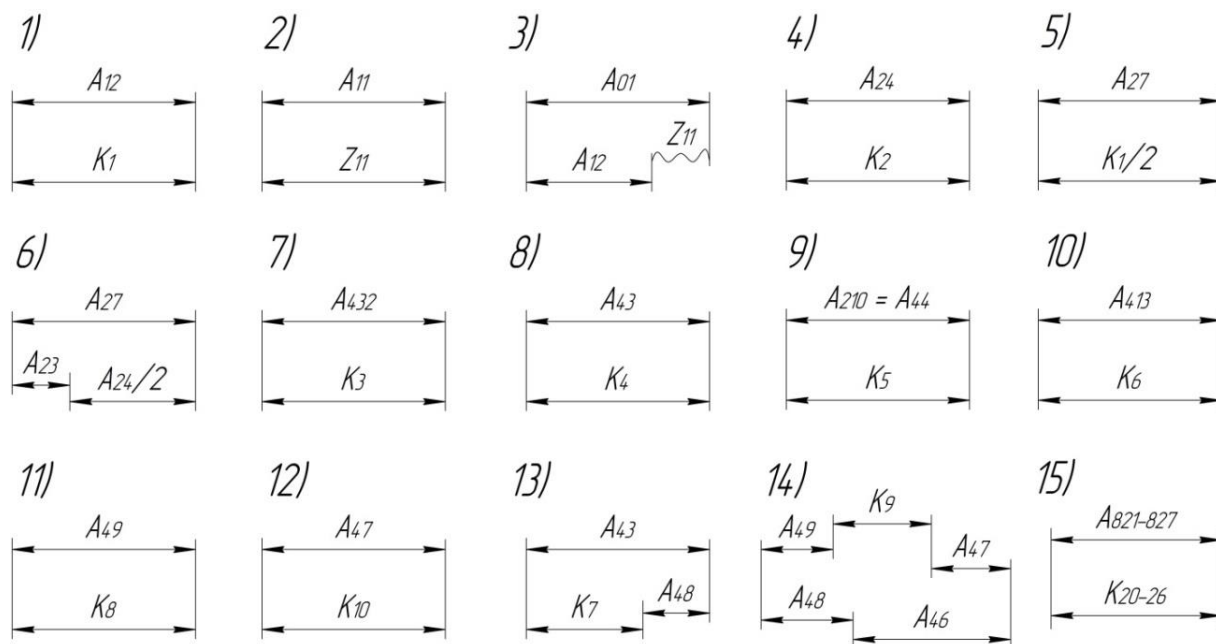


Рис. 27.1

Технологические и конструкторские размеры на схеме 15 изменяются, в зависимости от искомого размера (A_{821} для K_{20} ; A_{822} для K_{21} и т. д.).

Расчет осевых технологических размеров (Рис. 27.1):

Расчет ведется методом среднего значения поля допуска;

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (4)$$

Для размера K_1 : $TK_1 = 0,87 \geq TA_{12} = 0,2$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_2 : $TK_2 = 0,2 \geq TA_{24} = 0,04$ мм, т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_3 : $TK_3 = 0,05 \geq TA_{432} = 0,05$ мм, т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_4 : $TK_4 = 0,02 \geq TA_{43} = 0,02$ мм, т. е. размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_5 : $TK_5 = 0,02 \geq TA_{44} = 0,02$ мм, т. е. размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_6 : $TK_6 = 0,43 \geq TA_{413} = 0,2$ мм, т. е. размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_7 : $TK_7 = 0,36 \geq TA_{43} + TA_{48} = 0,02 + 0,04 = 0,06$ мм, т. е. размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_8 : $TK_8 = 0,25 \geq TA_{49} = 0,04$ мм, т. е. размер K_8 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_9 : $TK_9 = 0,3 \geq TA_{49} + TA_{47} + TA_{46} + TA_{48} = 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,04 = 0,16$ мм, т. е. размер K_9 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{10} : $TK_{10} = 0,25 \geq TA_{47} = 0,04$ мм, т. е. размер K_{10} может быть обеспечен с заданной точностью.

1) Размер A_{12} :

$$A_{12} = K_1 = 103 \pm 0,1 \text{ мм}$$

2) Размер A_{11} :

$$A_{11min} = z_{11min} = 1,75 \text{ мм}$$

$$A_{11max} = A_{11min} + TA_{11} = 1,75 + 0,32 = 2,07 \approx 2,1 \text{ мм, тогда}$$

$$A_{11} = z_{11} = 1,9 \pm 0,16 \text{ мм}$$

3) Размер A_{01} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{12cp} :

$$z_{12cp} = z_{12min} + \frac{TA_{01} + TA_{12} + TA_{11}}{3} = 1,75 + \frac{6 + 0,2 + 0,37}{3} = 3,94 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера A_{01} :

$$A_{01cp} = A_{11cp} + A_{12cp} + z_{12cp} = 1,9 + 103 + 3,94 = 108,84 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $A_{01} = 110 \pm 3$ мм

Вычисляем номинальное значение и предельные отклонения припуска z_{32} :

$$z_{12} = A_{01} - (A_{12} + A_{11}) = 110 \pm 3 - (103 \pm 0,1 + 1,9 \pm 0,16) = 5,1 \pm 3,26 \text{ мм}$$

4) Размер A_{24} :

$$A_{24} = K_2 = 60 \pm 0,02 \text{ мм}$$

5) Размер A_{27} :

$$A_{27} = \frac{A_{12}}{2} = 51,5 \pm 0,05 \text{ мм}$$

6) Размер A_{23} :

$$A_{23} = A_{27} - \frac{A_{24}}{2} = 51,5 \pm 0,05 - 30 \pm 0,01 = 21,5 \pm 0,06 \text{ мм},$$

С назначенным допуском: $A_{23} = 21,5 \pm 0,1 \text{ мм}$

7) Размер A_{432} :

$$A_{432} = K_3 = 16,5^{+0,05} \text{ мм}$$

8) Размер A_{43} :

$$A_{43} = K_4 = 13 \pm 0,01 \text{ мм}$$

9) Размеры A_{44} и A_{210} , примем равными K_5 , не учитывая смещение осей (s):

$$A_{44} = A_{210} = K_5 = 21 \pm 0,01 \text{ мм}$$

10) Размер A_{413} :

$$A_{413} = K_6 = 12,5 \pm 0,1 \text{ мм}$$

11) Размер A_{49} :

$$A_{49} = K_8 = 3 \pm 0,02 \text{ мм}$$

12) Размер A_{47} :

$$A_{47} = K_{10} = 2,5 \pm 0,02 \text{ мм}$$

13) Размер A_{48} :

$$K_7^{\text{cp}} = A_{43}^{\text{cp}} - A_{48}^{\text{cp}};$$

$$K_7^{\text{cp}} = K_7 + \frac{\text{BOK}_7 + \text{HOK}_7}{2} = 9 + \frac{0,18 - 0,18}{2} = 9 \text{ мм};$$

$$A_{43}^{\text{cp}} = A_{43} + \frac{\text{BOA}_{43} + \text{HOA}_{43}}{2} = 13 + \frac{0,01 - 0,01}{2} = 13 \text{ мм};$$

$$A_{48}^{\text{cp}} = A_{43}^{\text{cp}} - K_7^{\text{cp}} = 13 - 9 = 4 \text{ мм};$$

Получили: $A_{48} = 4 \pm 0,02 \text{ мм};$

Проверка:

$$K_7 = A_{43} - A_{48} = 13 \pm 0,01 - 4 \pm 0,02 = 9 \pm 0,03 \text{ мм};$$

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 9 \pm 0,18 \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

14) Размер A_{46} :

$$K_9^{\text{cp}} = A_{48}^{\text{cp}} + A_{46}^{\text{cp}} - A_{49}^{\text{cp}} - A_{47}^{\text{cp}};$$

$$K_9^{\text{cp}} = K_9 + \frac{\text{BOK}_9 + \text{HOK}_9}{2} = 4,5 + \frac{0,15 - 0,15}{2} = 4,5 \text{ мм};$$

$$A_{48}^{\text{cp}} = A_{48} + \frac{\text{BOA}_{48} + \text{HOA}_{48}}{2} = 4 + \frac{0,02 - 0,02}{2} = 4 \text{ мм};$$

$$A_{49}^{\text{cp}} = 3 \text{ мм}; \quad A_{47}^{\text{cp}} = 2,5 \text{ мм};$$

$$A_{46}^{\text{cp}} = K_9^{\text{cp}} - A_{48}^{\text{cp}} + A_{49}^{\text{cp}} + A_{47}^{\text{cp}} = 4,5 - 4 + 3 + 2,5 = 6 \text{ мм};$$

Получили: $A_{46} = 6 \pm 0,02 \text{ мм};$

Проверка:

$$K_9 = A_{48} + A_{46} - A_{49} - A_{47} = 4 \pm 0,02 + 6 \pm 0,02 - 3 \pm 0,02 - \\ - 2,5 \pm 0,02 = 4,5 \pm 0,08 \text{ мм};$$

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 4,5 \pm 0,15 \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

15) Размеры $A_{821}, A_{822}, A_{823}, A_{824}, A_{825}, A_{826}$ и A_{827} :

$$A_{821} = K_{20} = 0,78 \text{ мм};$$

$$A_{822} = K_{21} = 1 \text{ мм};$$

$$A_{823} = K_{22} = 2 \text{ мм};$$

$$A_{824} = K_{23} = 14 \text{ мм};$$

$$A_{825} = K_{24} = 3 \text{ мм};$$

$$A_{826} = K_{25} = 15^{+0,2} \text{ мм};$$

$$A_{827} = K_{26} = 36 \text{ мм};$$

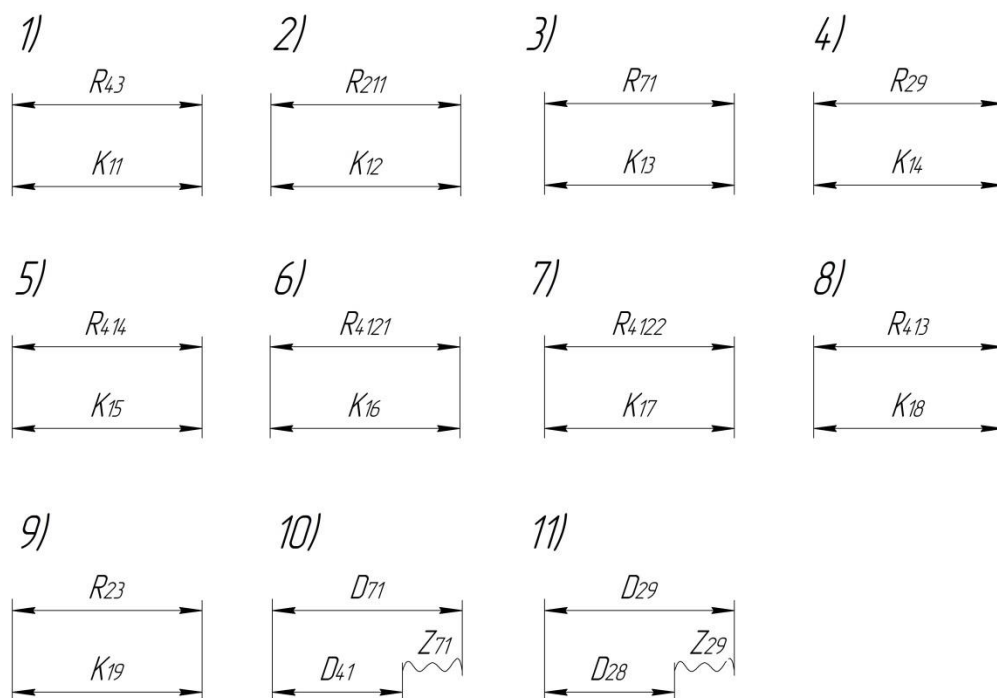


Рис. 27.2

Расчет диаметральных технологических размеров (Рис 27.2)

1) Размер R_{43} :

$$R_{43} = K_{11} = 3^{+0,015}_{+0,005} \text{ мм}; \quad D_{43} = 6^{+0,03}_{+0,01} \text{ мм}.$$

2) Размер R_{211} :

$$R_{211} = K_{12} = 4^{+0,15}_{+0,05} \text{ мм}; \quad D_{211} = 8^{+0,3}_{+0,1} \text{ мм}.$$

3) Размер R_{71} :

$$R_{71} = K_{13} = 5^{+0,0075} \text{ мм}; \quad D_{71} = 10^{+0,015} \text{ мм}.$$

4) Размер R_{29} :

$$R_{29} = K_{14} = 6^{+0,01} \text{ мм}; \quad D_{29} = 12^{+0,02} \text{ мм}.$$

5) Размер R_{414} :

$$R_{414} = K_{15} = 3^{+0,12} \text{ мм};$$

6) Размер R_{4121} :

$$R_{4121} = K_{16} = 3^{+0,2} \text{ мм};$$

7) Размер R_{4122} :

$$R_{4122} = K_{17} = 0,5^{+0,2} \text{ мм};$$

8) Размер R_{413} :

$$R_{413} = K_{18} = 3^{+0,05} \text{ мм}; \quad D_{413} = 6^{+0,1} \text{ мм}.$$

9) Размер R_{23} :

$$R_{23} = K_{19} = 3,5^{+0,05}\text{мм}; \quad R_{23} = 7^{+0,1}\text{мм}.$$

10) Размер D_{41} :

Рассчитываем среднее значение припуска $z_{71\min}^D$:

$$z_{71\text{cp}}^D = z_{71\min}^D + \frac{TD_{41} + TD_{71}}{2} = 0,05 + \frac{0,04 + 0,015}{2} = 0,0775 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера $D_{41\text{cp}}$:

$$D_{41\text{cp}} = D_{71\text{cp}} - z_{71\text{cp}}^D = 10,0075 - 0,0775 = 9,93 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $D_{41} = 9,9^{+0,04} \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{71}^D :

$$z_{71}^D = D_{71} - D_{41} = 10^{+0,015} - 9,9^{+0,04} = 0,1_{-0,04}^{+0,015} \text{ мм}$$

11) Размер D_{28} :

Рассчитываем среднее значение припуска $z_{29\min}^D$:

$$z_{29\text{cp}}^D = z_{29\min}^D + \frac{TD_{29} + TD_{28}}{2} = 0,16 + \frac{0,02 + 0,04}{2} = 0,19 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера $D_{28\text{cp}}$:

$$D_{28\text{cp}} = D_{29\text{cp}} - z_{29\text{cp}}^D = 12,01 - 0,19 = 11,82 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $D_{28} = 11,8^{+0,04} \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{29}^D :

$$z_{29}^D = D_{29} - D_{28} = 12^{+0,02} - 11,8^{+0,04} = 0,2_{-0,04}^{+0,02} \text{ мм}$$

2.6.2 Расчет технологических размеров второй схемы

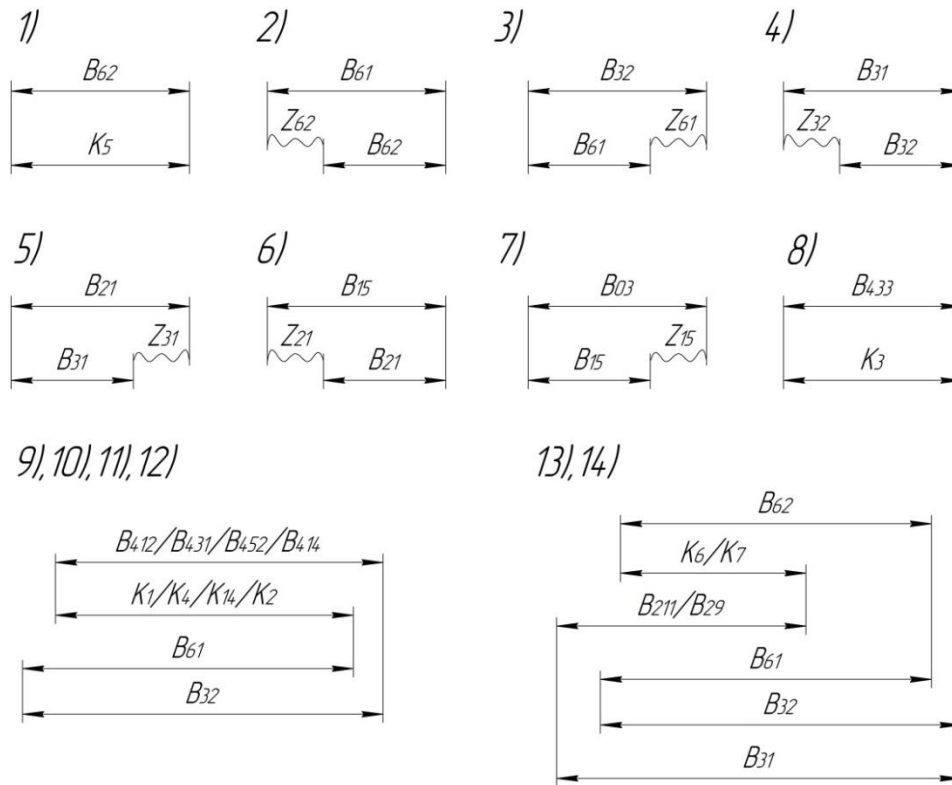


Рис. 27.3

Технологические и конструкторские размеры на схемах с 9 по 14 изменяются, в зависимости от расчета искомого размера (B_{412} для K_1 ; B_{431} для K_4 и т. д.).

Расчет осевых технологических размеров выполняется по (Рис. 27.3):

Расчет ведется методом среднего значения поля допуска;

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TB_i ,$$

Для размера K_5 : $TK_5 = 0,62 \geq TB_{62} = 0,01$ мм, т. е. размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_3 : $TK_3 = 0,25 \geq TB_{433} = 0,02$ мм, т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_1 : $TK_1 = 0,43 \geq TB_{412} + TB_{61} + TB_{32} = 0,2 + 0,01 + 0,01 = 0,22$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_4 : $TK_4 = 0,02 \geq TB_{431} + TB_{61} + TB_{32} = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,03$ мм, т. е. размер K_4 не может быть обеспечен с заданной точностью; выполним проверку вероятностным методом: $TB = \sqrt{TB_{431}^2 + TB_{61}^2 + TB_{32}^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2} = 0,017$ мм, т. е. размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_{14} : $TK_{14}=0,25 \geq TB_{452}+TB_{61}+TB_{32}=0,02+0,01+0,01=0,04$ мм, т. е. размер K_{14} может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_2 : $TK_2=0,25 \geq TB_{414}+TB_{61}+TB_{32}=0,02+0,01+0,01=0,04$ мм, т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_6 : $TK_6 = 0,43 \geq TB_{211}+TB_{62}+TB_{61}+TB_{32}+TB_{31}=0,04+0,01+0,01+0,01+0,01=0,08$ мм, т. е. размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера K_7 : $TK_7 = 0,43 \geq TB_{29} + TB_{62} + TB_{61} + TB_{32} + TB_{31} = 0,04+0,01+0,01+0,01+0,01=0,08$ мм, т. е. размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

1) Размер B_{62} :

$$B_{62} = K_5 = 31 \pm 0,005 \text{ мм}$$

2) Размер B_{61} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{62cp} :

$$z_{62cp} = z_{62min} + \frac{TB_{62} + TB_{61}}{2} = 0,01 + \frac{0,01 + 0,01}{2} = 0,02 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера B_{62} :

$$B_{61cp} = B_{62cp} + z_{62cp} = 31 + 0,02 = 31,02 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $B_{61} = 31,02 \pm 0,005$ мм

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{62} :

$$z_{62} = B_{61} - B_{62} = 31,06 \pm 0,005 - 31 \pm 0,005 = 0,06 \pm 0,01 \text{ мм}$$

3) Размер B_{32} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{61cp} :

$$z_{61cp} = z_{61min} + \frac{TB_{61} + TB_{32}}{2} = 0,01 + \frac{0,01 + 0,01}{2} = 0,02 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера B_{32} :

$$B_{32cp} = B_{61cp} + z_{61cp} = 31,02 + 0,02 = 31,04 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $B_{32} = 31,04 \pm 0,005$ мм

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{61} :

$$z_{61} = B_{32} - B_{61} = 31,04 \pm 0,005 - 31,02 \pm 0,005 = 0,02 \pm 0,01 \text{ мм}$$

4) Размер B_{31} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{32cp} :

$$z_{32cp} = z_{32min} + \frac{TB_{31} + TB_{32}}{2} = 0,06 + \frac{0,01 + 0,01}{2} = 0,07 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера B_{31} :

$$B_{31cp} = B_{32cp} + z_{32cp} = 31,04 + 0,07 = 31,11 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $B_{31} = 31,11 \pm 0,005 \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{32} :

$$z_{32} = B_{31} - B_{32} = 31,11 \pm 0,005 - 31,04 \pm 0,005 = 0,07 \pm 0,01 \text{ мм}$$

5) Размер B_{21} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{31cp} :

$$z_{31cp} = z_{31min} + \frac{TB_{21} + TB_{31}}{2} = 0,06 + \frac{0,05 + 0,01}{2} = 0,09 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера B_{21} :

$$B_{21cp} = B_{31cp} + z_{31cp} = 31,11 + 0,09 = 31,2 \text{ мм}$$

Значение технологического размера $B_{21} = 31,2 \pm 0,025 \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{31} :

$$z_{31} = B_{21} - B_{31} = 31,2 \pm 0,025 - 31,11 \pm 0,005 = 0,1 \pm 0,03 \text{ мм}$$

6) Размер B_{15} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{21cp} :

$$z_{21cp} = z_{21min} + \frac{TB_{15} + TB_{21}}{2} = 0,11 + \frac{0,3 + 0,05}{2} = 0,285 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера B_{15} :

$$B_{15cp} = B_{21cp} + z_{21cp} = 31,2 + 0,285 = 31,485 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $B_{15} = 31,5 \pm 0,15 \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{21} :

$$z_{21} = B_{15} - B_{21} = 31,5 \pm 0,15 - 31,2 \pm 0,025 = 0,3 \pm 0,18 \text{ мм}$$

7) Размер B_{03} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{15cp} :

$$z_{15cp} = z_{15min} + \frac{TB_{15} + TB_{03}}{2} = 0,38 + \frac{0,3 + 1,8}{2} = 1,43 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера B_{03} :

$$B_{03cp} = B_{15cp} + z_{15cp} = 31,485 + 1,43 = 32,915 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $B_{03} = 33 \pm 0,9 \text{ мм}$;

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{15} :

$$z_{15} = B_{03} - B_{15} = 33 \pm 0,9 - 31,5 \pm 0,15 = 1,5 \pm 1,1 \text{ мм}$$

8) Размер B_{433} :

$$B_{433} = K_3 = 2,5 \pm 0,01 \text{ мм}$$

9) Размер B_{412} :

$$K_1^{cp} = B_{412}^{cp} + B_{61}^{cp} - B_{32}^{cp};$$

$$K_1^{cp} = K_1 + \frac{BOK_1 + HOK_1}{2} = 11 + \frac{0,43 + 0}{2} = 11,215 \text{ мм};$$

$$B_{61}^{cp} = B_{61} + \frac{BOB_{61} + HOB_{61}}{2} = 31,02 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,02 \text{ мм};$$

$$B_{32}^{cp} = B_{32} + \frac{BOB_{32} + HOB_{32}}{2} = 31,04 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,04 \text{ мм};$$

$$B_{412}^{cp} = K_1^{cp} - B_{61}^{cp} + B_{32}^{cp} = 11,215 - 31,02 + 31,04 = 11,235 \text{ мм}.$$

Получили: $B_{412} = 11,3 \pm 0,1 \text{ мм}$;

Проверка:

$$\begin{aligned} K_1 &= B_{412} + B_{61} - B_{32} = 11,3 \pm 0,1 + 31,02 \pm 0,005 - 31,04 \pm 0,005 = \\ &= 11,28 \pm 0,11 \text{ мм}; \end{aligned}$$

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 11^{+0,43} \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

10) Размер B_{431} :

$$K_4^{cp} = B_{431}^{cp} + B_{61}^{cp} - B_{32}^{cp};$$

$$K_4^{cp} = K_4 + \frac{BOK_4 + HOK_4}{2} = 9 + \frac{0,01 - 0,01}{2} = 9 \text{ мм};$$

$$B_{61}^{cp} = B_{61} + \frac{BOB_{61} + HOB_{61}}{2} = 31,02 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,02 \text{ мм};$$

$$B_{32}^{cp} = B_{32} + \frac{BOB_{32} + HOB_{32}}{2} = 31,04 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,04 \text{ мм};$$

$$B_{431}^{cp} = K_4^{cp} - B_{61}^{cp} + B_{32}^{cp} = 9 - 31,02 + 31,04 = 9,02 \text{ мм}.$$

Получили: $B_{431} = 9,02 \pm 0,005 \text{ мм};$

Проверка:

$$K_4 = B_{431} + B_{61} - B_{32} = 9,02 \pm 0,005 + 31,02 \pm 0,005 - 31,04 \pm 0,005 = \\ = 9 \pm 0,01 \text{ мм};$$

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 9 \pm 0,01 \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

11) Размер B_{452} :

$$K_{14}^{cp} = B_{452}^{cp} + B_{61}^{cp} - B_{32}^{cp};$$

$$K_{14}^{cp} = K_{14} + \frac{BOK_{14} + HOK_{14}}{2} = 1,3 + \frac{0,125 - 0,125}{2} = 1,3 \text{ мм};$$

$$B_{61}^{cp} = B_{61} + \frac{BOB_{61} + HOB_{61}}{2} = 31,02 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,02 \text{ мм};$$

$$B_{32}^{cp} = B_{32} + \frac{BOB_{32} + HOB_{32}}{2} = 31,04 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,04 \text{ мм};$$

$$B_{452}^{cp} = K_{14}^{cp} - B_{61}^{cp} + B_{32}^{cp} = 1,3 - 31,02 + 31,04 = 1,32 \text{ мм}.$$

Получили: $B_{452} = 1,32 \pm 0,01 \text{ мм};$

Проверка:

$$K_{14} = B_{452} + B_{61} - B_{32} = 1,32 \pm 0,01 + 31,02 \pm 0,005 - 31,04 \pm 0,005 = \\ = 1,3 \pm 0,02 \text{ мм};$$

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 1,3 \pm 0,125 \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

12) Размер B_{414} :

$$K_2^{cp} = B_{414}^{cp} + B_{61}^{cp} - B_{32}^{cp};$$

$$K_2^{cp} = K_2 + \frac{BOK_2 + HOK_2}{2} = 3 + \frac{0,125 - 0,125}{2} = 3 \text{ мм};$$

$$B_{61}^{cp} = B_{61} + \frac{BOB_{61} + HOB_{61}}{2} = 31,02 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,02 \text{ мм};$$

$$B_{32}^{cp} = B_{32} + \frac{BOB_{32} + HOB_{32}}{2} = 31,04 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,04 \text{ мм};$$

$$B_{414}^{cp} = K_2^{cp} - B_{61}^{cp} + B_{32}^{cp} = 3 - 31,02 + 31,04 = 3,02 \text{ мм}.$$

Получили: $B_{414} = 3,02 \pm 0,01 \text{ мм};$

Проверка:

$$K_2 = B_{414} + B_{61} - B_{32} = 3,02 \pm 0,01 + 31,02 \pm 0,005 - 31,04 \pm 0,005 = 3 \pm 0,02 \text{ мм};$$

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 3 \pm 0,125 \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

13) Размер B_{211} :

$$K_6^{\text{cp}} = B_{211}^{\text{cp}} + B_{32}^{\text{cp}} + B_{62}^{\text{cp}} - (B_{31}^{\text{cp}} + B_{61}^{\text{cp}});$$

$$K_6^{\text{cp}} = K_6 + \frac{\text{BOK}_6 + \text{HOK}_6}{2} = 14 + \frac{0,215 - 0,215}{2} = 14 \text{ мм};$$

$$B_{32}^{\text{cp}} = B_{32} + \frac{\text{BOB}_{32} + \text{HOB}_{32}}{2} = 31,04 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,04 \text{ мм};$$

$$B_{62}^{\text{cp}} = B_{62} + \frac{\text{BOB}_{62} + \text{HOB}_{62}}{2} = 31 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31 \text{ мм};$$

$$B_{31}^{\text{cp}} = B_{31} + \frac{\text{BOB}_{31} + \text{HOB}_{31}}{2} = 31,11 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,11 \text{ мм};$$

$$B_{61}^{\text{cp}} = B_{61} + \frac{\text{BOB}_{61} + \text{HOB}_{61}}{2} = 31,02 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,02 \text{ мм};$$

$$B_{211}^{\text{cp}} = K_6^{\text{cp}} - B_{32}^{\text{cp}} - B_{62}^{\text{cp}} + B_{31}^{\text{cp}} + B_{61}^{\text{cp}} = 14 - 31,04 - 31 + 31,11 + 31,02 = 14,09 \text{ мм}.$$

Получили: $B_{211} = 14,09 \pm 0,02 \text{ мм}$;

Проверка: $K_6 = B_{211} + B_{32} + B_{62} - (B_{31} + B_{61}) = 14,09 \pm 0,02 + 31,04 \pm 0,005 + 31 \pm 0,005 - (31,11 \pm 0,005 + 31,02 \pm 0,005) = 14 \pm 0,04 \text{ мм}$;

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 14 \pm 0,215 \text{ мм}$, обеспечение точности выполняется.

14) Размер B_{29} :

$$K_7^{\text{cp}} = B_{29}^{\text{cp}} + B_{32}^{\text{cp}} + B_{62}^{\text{cp}} - (B_{31}^{\text{cp}} + B_{61}^{\text{cp}});$$

$$K_7^{\text{cp}} = K_7 + \frac{\text{BOK}_7 + \text{HOK}_7}{2} = 17 + \frac{0,215 - 0,215}{2} = 17 \text{ мм};$$

$$B_{32}^{\text{cp}} = B_{32} + \frac{\text{BOB}_{32} + \text{HOB}_{32}}{2} = 31,04 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,04 \text{ мм};$$

$$B_{62}^{\text{cp}} = B_{62} + \frac{\text{BOB}_{62} + \text{HOB}_{62}}{2} = 31 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31 \text{ мм};$$

$$B_{31}^{\text{cp}} = B_{31} + \frac{\text{BOB}_{31} + \text{HOB}_{31}}{2} = 31,11 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,11 \text{ мм};$$

$$B_{61}^{\text{cp}} = B_{61} + \frac{\text{BOB}_{61} + \text{HOB}_{61}}{2} = 31,02 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 31,02 \text{ мм};$$

$$B_{29}^{\text{cp}} = K_7^{\text{cp}} - B_{32}^{\text{cp}} - B_{62}^{\text{cp}} + B_{31}^{\text{cp}} + B_{61}^{\text{cp}} = 17 - 31,04 - 31 + 31,11 + 31,02 = 17,09 \text{ мм}.$$

Получили: $B_{29} = 17,09 \pm 0,02$ мм;

Проверка: $K_7 = B_{29} + B_{32} + B_{62} - (B_{31} + B_{61}) = 17,09 \pm 0,02 + 31,04 \pm 0,005 +$
 $+ 31 \pm 0,005 - (31,11 \pm 0,005 + 31,02 \pm 0,005) = 17 \pm 0,04$ мм;

При значении конструкторского размера на чертеже $K = 17 \pm 0,215$ мм, обеспечение точности выполняется.

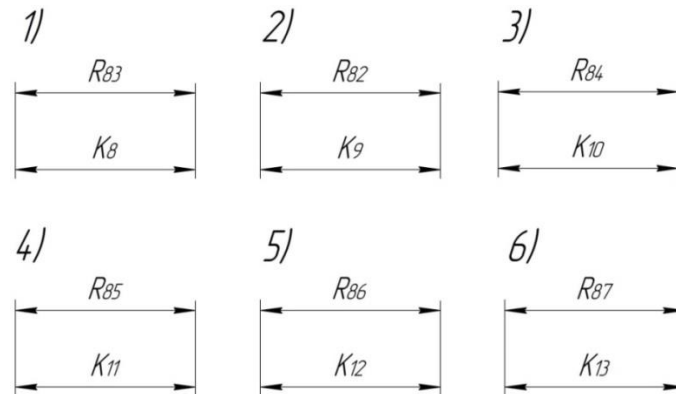


Рис. 27.4

Расчет диаметральных технологических размеров (Рис. 27.4)

1) Размер R_{83} :

$$R_{83} = K_8 = 2,25^{+0,05} \text{ мм}; \quad D_{83} = 4,5^{+0,1} \text{ мм}.$$

2) Размер R_{82} :

$$R_{82} = K_9 = 3^{+0,1} \text{ мм}; \quad D_{82} = 6^{+0,2} \text{ мм}.$$

3) Размер R_{84} :

$$R_{84} = K_{10} = 1,8_{-0,05} \text{ мм}; \quad D_{84} = 3,6_{-0,1} \text{ мм}.$$

4) Размер R_{85} :

$$R_{85} = K_{11} = 1,5_{-0,05} \text{ мм}; \quad D_{85} = 3_{-0,1} \text{ мм}.$$

5) Размер R_{86} :

$$R_{86} = K_{12} = 1,25_{-0,05} \text{ мм}; \quad D_{86} = 2,5_{-0,1} \text{ мм}.$$

6) Размер R_{87} :

$$R_{87} = K_{13} = 1,2_{-0,05} \text{ мм}; \quad D_{87} = 2,4_{-0,1} \text{ мм}.$$

2.6.3 Расчет технологических размеров третьей схемы

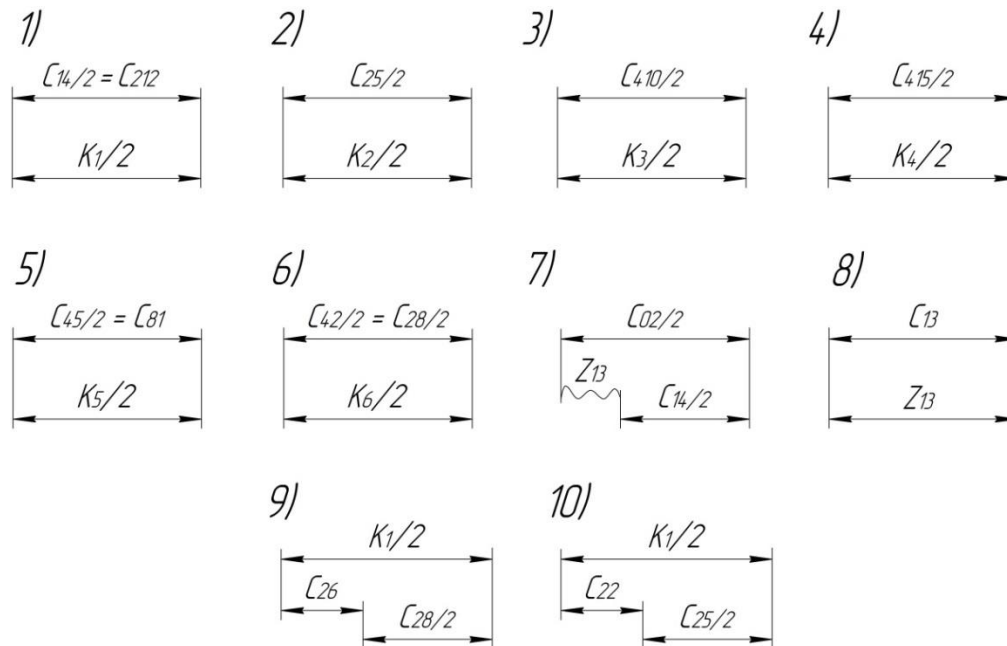


Рис. 27.5

Расчет осевых технологических размеров (Рис. 27.5):

Расчет ведется методом среднего значения поля допуска;

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TC_i ,$$

Для размера $K_1/2$: $TK_1/2 = 0,435 \geq TC_{14}/2 = 0,1$ мм, т. е. размер $K_1/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_2/2$: $TK_2/2 = 0,1 \geq TC_{25}/2 = 0,02$ мм, т. е. размер $K_2/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_3/2$: $TK_3/2 = 0,26 \geq TC_{410}/2 = 0,02$ мм, т. е. размер $K_3/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_4/2$: $TK_4/2 = 0,31 \geq TC_{415}/2 = 0,02$ мм, т. е. размер $K_4/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_5/2$: $TK_5/2 = 0,01 \geq TC_{45}/2 = 0,01$ мм, т. е. размер $K_5/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_6/2$: $TK_6/2 = 0,01 \geq TC_{42}/2 = 0,01$ мм, т. е. размер $K_6/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_1/2$: $TK_1/2 = 0,435 \geq TC_{26} + TC_{28}/2 = 0,1 + 0,01 = 0,11$ мм, т. е. размер $K_1/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера $K_1/2$: $TK_1/2 = 0,435 \geq TC_{22} + TC_{25}/2 = 0,2 + 0,02 = 0,22$ мм, т. е. размер $K_1/2$ может быть обеспечен с заданной точностью.

1) Размер $C_{14/2}$ и C_{212} :

$$C_{14/2} = C_{212} = K_1/2 = 52,5 \pm 0,05 \text{ мм}$$

2) Размер $C_{25/2}$:

$$C_{25/2} = K_2/2 = 40 \pm 0,01 \text{ мм}$$

3) Размер $C_{410/2}$:

$$C_{410/2} = K_3/2 = 12,5 \pm 0,01 \text{ мм}$$

4) Размер $C_{415/2}$:

$$C_{415/2} = K_4/2 = 15,25 \pm 0,01 \text{ мм}$$

5) Размеры $C_{45/2}$ и C_{81} :

$$C_{45/2} = C_{81} = K_5/2 = 17 \pm 0,005 \text{ мм}$$

6) Размеры $C_{42/2}$ и $C_{28/2}$, примем равными, не учитывая смещение осей:

$$C_{42/2} = C_{28/2} = K_6/2 = 42,5 \pm 0,005 \text{ мм}$$

7) Размер $C_{02/2}$:

Рассчитываем среднее значение припуска z_{13cp} :

$$z_{13cp} = z_{13min} + \frac{TC_{02/2} + TC_{14/2}}{2} = 1,75 + \frac{3 + 0,1}{2} = 3,3 \text{ мм}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера $C_{02/2}$:

$$C_{02/2cp} = C_{14/2cp} + z_{13cp} = 52,45 + 3,3 = 55,75 \text{ мм}$$

Округляем значение технологического размера $C_{02/2} = 55,75 \pm 1,5 \text{ мм}$

Вычисляем номинальное значение припуска и предельные отклонения z_{13} :

$$z_{13} = C_{02/2} - C_{14/2} = 55,75 \pm 1,5 - 52,5 \pm 0,05 = 3,25 \pm 1,55 \text{ мм}$$

8) Размер C_{13} :

$$C_{13} = z_{13} = 3,25 \pm 1,55 \text{ мм}$$

9) Размер C_{26} :

$$K_1^{cp}/2 = C_{26}^{cp} + C_{28/2}^{cp};$$

$$K_1^{cp}/2 = K_1/2 + \frac{BOK_1/2 + HOK_1/2}{2} = 52,5 + \frac{0,05 - 0,05}{2} = 52,5 \text{ мм};$$

$$C_{28/2}^{cp}/2 = C_{28/2} + \frac{BOC_{28/2} + HOC_{28/2}}{2} = 42,5 + \frac{0,005 - 0,005}{2} = 42,5 \text{ мм};$$

$$C_{26}^{cp} = K_1^{cp}/2 - C_{28}^{cp}/2 = 52,5 - 42,5 = 10 \text{ мм};$$

Получили: $C_{26} = 10 \pm 0,05 \text{ мм}$.

10) Размер C_{22} :

$$K_1^{cp}/2 = C_{22}^{cp} + C_{25}^{cp}/2;$$

$$K_1^{cp}/2 = K_1/2 + \frac{BOK_1/2 + HOK_1/2}{2} = 52,5 + \frac{0,05 - 0,05}{2} = 52,5 \text{ мм};$$

$$C_{25}^{cp}/2 = C_{25}/2 + \frac{BOC_{25}/2 + HOC_{25}/2}{2} = 40 + \frac{0,01 - 0,01}{2} = 40 \text{ мм};$$

$$C_{22}^{cp} = K_1^{cp}/2 - C_{25}^{cp}/2 = 52,5 - 40 = 12,5 \text{ мм};$$

Получили: $C_{22} = 12,5 \pm 0,1 \text{ мм}$.

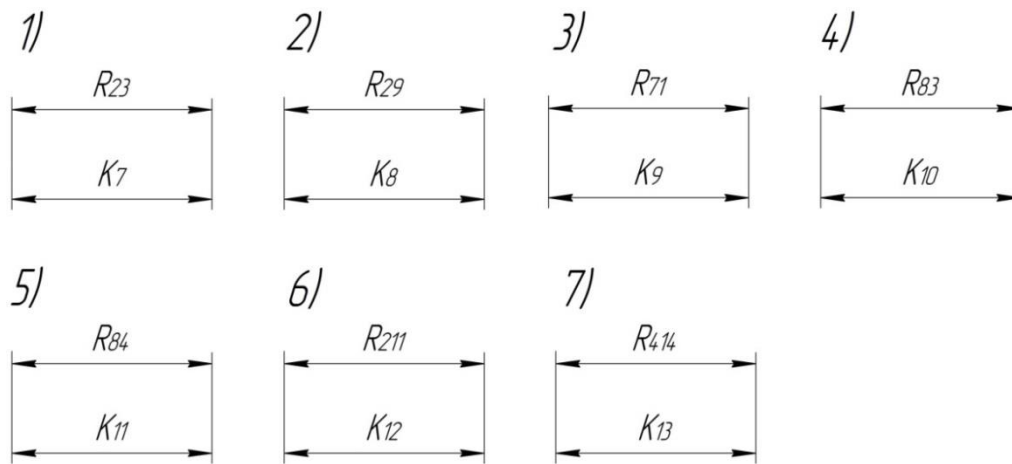


Рис. 27.6

Расчет диаметральных технологических размеров (Рис. 27.6)

1) Размер R_{23} : $R_{23} = K_7 = 3,5^{+0,1} \text{ мм}; \quad D_{23} = 7^{+0,2} \text{ мм}.$

2) Размер R_{29} : $R_{29} = K_8 = 6^{+0,01} \text{ мм}; \quad D_{29} = 12^{+0,02} \text{ мм}.$

3) Размер D_{71} : $R_{71} = K_9 = 5^{+0,0075} \text{ мм}; \quad D_{71} = K_9 = 10^{+0,015} \text{ мм}.$

4) Размер R_{83} : $R_{83} = K_{10} = 2,25^{+0,05} \text{ мм}; \quad D_{83} = 4,5^{+0,1} \text{ мм}.$

5) Размер R_{84} : $R_{84} = K_{11} = 1,8^{+0,05} \text{ мм}; \quad D_{84} = 3,6^{+0,1} \text{ мм}.$

6) Размер R_{211} : $R_{211} = K_{12} = 4^{+0,15}_{+0,05} \text{ мм}; \quad D_{211} = 8^{+0,3}_{+0,1} \text{ мм}.$

7) Размер R_{414} : $R_{414} = K_{13} = 3^{+0,06} \text{ мм}; \quad D_{414} = 6^{+0,12} \text{ мм}.$

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Гидроабразивный станок Water-Jet 3020

Основные данные:

Рабочая зона	
допуст. нагрузка стола	1.500 кг/м ²
технологический ход, ось X	2.050 мм
технологический ход, ось Y	1.050 мм
технологический ход, ось Z	200 мм
Подача	
ускоренный ход	20.000 мм/мин.
рабочая подача	5.000 мм/мин.
Точность	
точность позиционирования	± 0,06 мм
точность повтора	± 0,05 мм
Размеры и масса	
габариты	3.450x2.000x2.400 мм
масса (без воды)	2420 кг
Система высокого давления	
мощность двигателя	37 кВт
производительность	3,8 л/мин.
макс. доп. рабочее давление	3800 бар
Doppelhubzahl max.	38 об./мин.
температура окруж. среды при масляно-воздушном охлаждении	10 - 35 °
температура окруж. среды при масляно-водяном охлаждении	10 - 45 °
размеры насоса высокого давления	1.800x800x1.150 мм
масса	1000 кг

Универсальный фрезерный станок с ЧПУ DMU 50

Основные данные:

Рабочая зона, мм:	
Ход по осям X/Y/Z	500/450/400
Главный привод :	
Диапазон оборотов, об/мин	20-18000
Мощность привода, кВт	25
Крутящий момент, Нм	130
Подача:	
Быстрые хода по осям X/Y/Z, м/мин	30
Усилие подачи, макс. X/Y/Z, кН	4,8
Неподвижный стол:	
Зажимная поверхность, мм	700x500
Максимальная грузоподъемность, кг	500
Интегрированный наклонно-поворотный стол:	
Зажимная поверхность, мм	630x500
Максимальная грузоподъемность, кг	300
Диапазон наклона, градусы	-5/+110
Устройство смены инструмента:	
Вместимость, кол-во позиций	16
Вес инструмента, кг	6
Макс. длина инструмента, мм	300
Макс. диаметр инструмента, мм	80
Вес станка/ подключение:	
Вес, кг	4,480
Мощность, кВт	21
Макс. номинальный ток, А	31

Плоскошлифовальный станок 3Е711В

Основные данные:

Основные параметры:	
Наибольшие размеры обрабатываемых изделий, мм	630 x 200 x 375
Наибольшая высота обрабатываемых изделий при наибольшем диаметре шлифовального круга, мм	325
Наибольшая высота обрабатываемых изделий при наименьшем диаметре шлифовального круга, мм	375
Расстояние от оси шпинделя до зеркала стола, мм	500
Наибольшая масса обрабатываемых изделий, кг	220
Параметры точности, максимально достигаемые на образце-изделии:	
Плоскостность, мкм	4
Параллельность, мкм	5
Шероховатость поверхности, обработанной периферией шлифовального круга, Ra	0,16
Рабочий стол станка:	
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	630 x 200
Наибольшее ручное продольное перемещение стола, мм	700
Скорость продольного перемещения стола, м/мин	2..35
Перемещение стола за один оборот маховика механизма продольного перемещения, мм	15,3
Суппорт стола. Механизм поперечной подачи стола:	
Наибольшее ручное поперечное перемещение стола/ автоматическое, мм	250/ 245
Цена деления лимба маховика поперечного перемещения стола, мм	0,05
Цена деления лимба микрометрической подачи поперечного перемещения стола, мм	0,01
Автоматическая поперечная подача на каждый ход стола (бесступенчатое регулирование), мм	0,3..30
Ускоренное перемещение крестового суппорта стола, м/мин	1,5
Габариты и масса станка:	
Габарит станка (длина x ширина x высота), мм	2000 x 1770 x 1920
Масса станка, кг	2550
Шлифовальный круг:	
Размеры шлифовального круга, мм	250 x 40 x 76
Число оборотов шлифовального круга в минуту	2740
Наибольшая скорость резания, м/с	35
Электрооборудование и привод станка:	
Эл.двигатель привода шпинделя шлифовального круга, кВт	4
Эл.двигатель привода поперечной подачи, кВт	0,18
Общая мощность всех электродвигателей, кВт	8,09
Макс. номинальный ток	50Гц, 380 В

Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ H35 HAUSER

Основные данные:

Рабочая зона, мм:	
Ход по осям X/Y	500/300
Вертикальное перемещение шлифовальной головки (W), мм	450
Расстояние между поверхностью тола и фланцем шлифовального двигателя (U), мм	700
Расстояние от оси шпинделя до стойки, мм	365
Главный привод :	
Диапазон оборотов, об/мин	20-18000
Мощность привода, кВт	25
Крутящий момент, Нм	130
Подача:	
Стол, поперечные и вертикальные салазки X,Y,W	
Рабочая подача, мм/мин	0-2000
Скорость перемещений, мм/мин	2000
Стол:	
Рабочая поверхность, мм	600x380
Ширина Т-образного стола, мм	10
Максимальная грузоподъемность, кг	300
Шлифовальный шпиндель Z, C, U :	
Программируемый шлифовальный двигатель с б/с регулировкой 70S, 1/мин	9000-70000
Диаметр втулки шпинделя, мм	125
Мощность, кВт	7,5
Ось C, планетарное движение:	
Программируемая частота вращения с б/с регулировкой, 1/мин	5-350
Режим с АС-сервоприводом, 1/мин	до 10
Ось Z, реверсивная подача:	
Подача с/с по оси Z минимальная, мм/мин	0,5
Подача с/с по оси Z максимальная, мм/мин	22000
Частота подачи по оси Z, гц	макс. 8
Длина хода по оси Z с б/с регулировкой, мм	0,1 до 170
Ось U, радиальная подача, мм:	от -3 до +47
Точность:	
Точность позиционирования по осям X,Y, W по нормам VDI/DGQ 3441, мм	0,002

Электроэрозионный станок Sodick AP1L

Основные данные:

Подача по осям X x Y x Z, мм	200 x 120 x 200
Размеры рабочего стола, мм	360 x 220 (керамика FineXCera)
Уровень диэлектрика в рабочей ванне, мм	80 — 200
Внутренние размеры рабочей ванны, мм	503 x 349 x 250
Максимальная масса заготовки, кг	25
Максимальная масса электрода, кг	5
Минимальный шаг подачи (дискретность), мкм	0.1
Расстояние от пола до плоскости рабочего стола, мм	940
Расстояние между торцом шпинделя и плоскостью рабочего стола (Egowa), мм	110 — 310
Габаритные размеры станка, мм	1355 x 1895 x 2030
Установочные размеры станка, мм	2300 x 2900
Масса станка, кг	3100
Шаг углового позиционирования электрода, град.	0,0005 (1,8°)
Скорость вращения шпинделя, об/мин	0 — 2000
Компьютерный ЧПУ-генератор	LP2
Максимальный средний ток генератора, А	40
Объем бака диэлектрика, л	120
Давление сжатого воздуха, МПа	0.65

2.8 Расчет режимов резания

Расчеты режимов резания (за исключением гидроабразивной, плоскошлифовальных, координатно-шлифовальной и электроэрозионной операций) проводились на сайте Sandvik по программе выбора инструмента и режимов резания ToolGuide. [3]

10.1) Фрезерная операция (уступ):

Инструмент: концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-2000-PC 1730

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlCrN.

Стойкость инструмента: $T = 60$ мин - из характеристик инструмента;

Число реж. кромок: $z = 5$; $D_{\text{фрезы}} = 20$ мм;

1. Задаем глубину резания: $t = z_{11} = 1,9$ мм; $B = 6$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,23$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 365$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 365}{3,14 * 20} = 5810 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 4,4 \text{ кВт};$$

10.2) Фрезерная операция (уступ):

Инструмент аналогичен фрезерной операции 10.1

1. Задаем глубину резания: $t = z_{12} = 5,1$ мм; $B = 6$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,15$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 296$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 296}{3,14 * 20} = 4280 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 5,98 \text{ кВт};$$

10.3) Фрезерная операция (уступ):

Инструмент аналогичен фрезерной операции 10.1

1. Задаем глубину резания: $t = z_{13} = 3,25$ мм; $B = 6$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,18$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 327$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 327}{3,14 * 20} = 5200 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 5,2 \text{ кВт};$$

10.4) Фрезерная операция (уступ):

Режим фрезерования и инструмент фрезерной операций 10.4 аналогичен режиму фрезерования и инструменту операции 10.3

10.5) Фрезерная операция (плоскость заготовки):

Инструмент: торцевая фреза Sandvik CoroMill 415 A415-32T16-07H с СМП A415N-07 03 10M-M30 1130

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlTiCrN.

Стойкость инструмента: $T = 40$ мин - из характеристик инструмента;

Число реж.кромки: $z = 5$; $D_{\text{фрезы}} = 20$ мм;

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 20$ мм; $B = z_{15} = 1,4$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,55$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 237$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 237}{3,14 * 20} = 3770 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 5,5 \text{ кВт};$$

15.1) – 15.4) Фрезерные операции (уступы):

Режимы фрезерования и инструмент фрезерных операций 15.1-15.4 аналогичны режимам фрезерования и инструменту операции 10.1-10.4 соответственно.

15.5) Фрезерная операция (плоскость):

Режим фрезерования и инструмент фрезерной операции 15.5 аналогичен режиму фрезерования и инструменту операции 10.5

15.6) Сверлильная операция ($D_{23} - \varnothing 7$):

Инструмент: сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0700-04010-PM 4234

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD TiAlN.

Стойкость инструмента: $T = 40$ мин - из характеристик инструмента;

1. Задаем глубину резания: $t = 0,5 * D_{\text{сверла}} = 0,5 * 7 = 3,5$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,22$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 182$ м/мин;

4. Крутящий момент: $M_{\text{кр}} = 4,11$ Нм;

5. Осевая сила: $P_0 = 981$ Н;

6. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 182}{3,14 * 7} = 8280 \text{ об/мин}$$

7. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 3,74 \text{ кВт};$$

15.7) Резьбонарезная операция:

Инструмент: метчик Sandvik CoroTap 300 EX09PM8

Материал режущего инструмента твердый сплав HSS-E-PM с покрытием PVD TiAlN.

Стойкость инструмента: $T = 50$ мин - из характеристик инструмента;

Число стружководводящих канавок = 3;

1. Задаем глубину резания: $t = 12\text{мм}$;
2. Задаем подачу: $s = P = 1,25\text{ мм/об}$;
3. Скорость резания: $v = 45\text{ м/мин}$;
4. Крутящий момент: $M_{\text{кр}} = 8,5\text{ Нм}$;
5. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 45}{3,14 * 8} = 1790\text{ об/мин}$$

6. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 1,6\text{ кВт};$$

15.8) Сверлильная операция ($D_{27} - \varnothing 7$):

Инструмент операции 15.8 аналогичен инструменту операции 15.6

1. Задаем глубину резания: $t = 0,5 * D_{\text{сверла}} = 0,5 * 7 = 3,5\text{ мм}$;
2. Задаем подачу: $s = 0,22\text{ мм/об}$;
3. Скорость резания: $v = 145\text{ м/мин}$;
4. Крутящий момент: $M_{\text{кр}} = 4,45\text{ Нм}$;
5. Осевая сила: $P_0 = 1020\text{ Н}$;
6. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 145}{3,14 * 7} = 6600\text{ об/мин}$$

7. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 3,1\text{ кВт};$$

15.9) Расфрезеровывание ($D_{28} - \varnothing 10$):

Инструмент: концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-0600-PC 1730

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlCrN.

Стойкость инструмента: $T = 30\text{ мин}$ - из характеристик инструмента;

Число реж.кромки: $z = 5$; $D_{\text{фрезы}} = 6\text{ мм}$;

1. Задаем глубину резания: $t = 1,5$ мм; $B = 8,5$ мм;
2. Задаем подачу: $s = 0,05$ мм/об;
3. Скорость резания: $v = 274$ м/мин;
4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 274}{3,14 * 6} = 14500 \text{ об/мин}$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 3,7 \text{ кВт};$$

15.10) Расфрезеровывание ($D_{29} - \varnothing 12$):

Инструмент операции 15.10 аналогичен инструменту операции 15.9

1. Задаем глубину резания: $t = 1$ мм; $B = 8,5$ мм;
2. Задаем подачу: $s = 0,06$ мм/об;
3. Скорость резания: $v = 298$ м/мин;
4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 298}{3,14 * 6} = 15800 \text{ об/мин}$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 3,25 \text{ кВт};$$

15.11) Сверлильная операция ($D_{210} - \varnothing 7$):

Режимы сверления и инструмент операции 15.11 аналогичны режимам сверления и инструменту операции 15.6

15.12) Расфрезеровывание ($D_{211} - \varnothing 8$):

Режим расфрезеровывания и инструмент операции 15.12 аналогичны режиму расфрезеровывания и инструменту операции 15.10

20а) – 20б) Плоскошлифовальная (предварительное шлифование):

По паспортным данным станка 3Е711В определяем габариты и скорость круга:

Шлифовальный круг 200х40х76 14А16С1К1А30 ГОСТ 2424-83

ПП - плоские круги прямого профиля; 14А - марка абразивного материала (белый электрокорунд); 16 – зернистость (шлиф порошок); С1 – степень твердости (средний); К1 - вид связки (керамическая); А - класс круга; 30 - окружная скорость (30 м/с), при которой обеспечивается безопасная работа.

1) Круг ПП: $D=200\text{мм}$; $B=40\text{ мм}$; $H=76\text{мм}$;

2) Частота вращения круга (из характеристик станка):

$$n_k = 2740 \text{ об/мин};$$

3) Скорость круга:

$$v_k = \frac{\pi * D_k * n_k}{1000 * 60} = \frac{3,14 * 200 * 2740}{1000 * 60} \approx 28 \text{ м/с}, \quad \text{где}$$

D_k – диаметр круга, n_k – частота вращения шпинделя;

4) Эффективная мощность, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N * v_3^r * t^x * s^y = 0,52 * 25^1 * 0,014^{0,8} * 16^{0,8} = 3,93 \text{ кВт};$$

$$C_N = 0,52; r = 1; x = 0,8; y = 0,8 \quad [1, \text{табл. 131, с.441}]$$

$$v_k = 28 \text{ м/с}; v_3 = 25 \text{ м/мин}; t = 0,014 \text{ мм};$$

$$S_{\text{прод}} = 0,4B = 0,4 * 40 = 16 \text{ мм/об} \quad [1, \text{табл. 130, с.439}]$$

25.1) Расфрезеровывание ($D_{41} - \varnothing 9, 9$):

Инструмент операции 25.1 аналогичен инструменту операции 15.9

1. Задаем глубину резания: $t = 1,45 \text{ мм}$; $B = 7 \text{ мм}$;

2. Задаем подачу: $s = 0,05 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания: $v = 279 \text{ м/мин}$;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 279}{3,14 * 6} = 14800 \text{ об/мин}$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 3 \text{ кВт};$$

25.2.1) Фрезерная операция (паз):

Инструмент: концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-1200-PC 1730

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlCrN.

Стойкость инструмента: $T = 50$ мин - из характеристик инструмента;

Число реж. кромок: $z = 5$; $D_{\text{фрезы}} = 12$ мм;

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 12$ мм; $B = 3$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,11$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 326$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 326}{3,14 * 12} = 8650 \text{ об/мин}$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 4,2 \text{ кВт};$$

25.2.2) Фрезерная операция (уголок):

1. Задаем глубину резания: $t = 3,5$ мм; $B = 7,5$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,07$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 233$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 233}{3,14 * 12} = 6170 \text{ об/мин}$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 4 \text{ кВт};$$

25.3) Сверлильная операция ($D_{43} - \emptyset 6$):

Инструмент: сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0600-019A1-PM 4234

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD TiAlN.

Стойкость инструмента: $T = 50$ мин - из характеристик инструмента;

1. Задаем глубину резания: $t = 0,5 * D_{\text{сверла}} = 0,5 * 6 = 3$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,22$ мм/об;
3. Скорость резания: $v = 145$ м/мин;
4. Крутящий момент: $M_{кр} = 2,6$ Нм;
5. Осевая сила: $P_0 = 847$ Н;
6. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 145}{3,14 * 6} = 7700 \text{ об/мин};$$

7. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 3,6 \text{ кВт};$$

25.4) Фрезерная операция (пазы 2, 6мм):

Инструмент: концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2P340-0250-PA 1630

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlCrN.

Стойкость инструмента: $T = 36$ мин - из характеристик инструмента;

Число реж.кромки: $z = 4$; $D_{\text{фрезы}} = 2,5$ мм;

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 2,5$ мм; $B = 1,3$ мм;
2. Задаем подачу: $s = 0,02$ мм/об;
3. Скорость резания: $v = 141$ м/мин;
4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 141}{3,14 * 2,5} = 18000 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,32 \text{ кВт};$$

25.5) Фрезерная операция (выпары):

Инструмент операции 25.5 аналогичен инструменту операции 25.4

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 2,5$ мм; $B = 0,05$ мм;
2. Задаем подачу: $s = 0,014$ мм/об;
3. Скорость резания: $v = 141$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 141}{3,14 * 2,5} = 18000 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,1 \text{ кВт};$$

25.6.1) Сверлильная операция ($D_{413}, A_{413} - \varnothing 6$):

Режим сверления и инструмент операции 25.6.1 аналогичен режиму сверления и инструменту операции 25.3

25.6.2) Фрезерование (литниковые каналы):

Инструмент: концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B240-0600-XA 1630

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlCrN.

Стойкость инструмента: $T = 40$ мин - из характеристик инструмента;

Число реж. кромок: $z = 4$; $D_{\text{фрезы}} = 6$ мм; радиус при вершине: $R = 3$ мм;

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 6$ мм; $B = 1,5$ мм;

2. Задаем подачу: $s = 0,08$ мм/об;

3. Скорость резания: $v = 234$ м/мин;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 234}{3,14 * 6} = 12420 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,2 \text{ кВт};$$

25.6.3) Фрезерование (литниковые каналы $R0,5$ и $R3$):

Инструмент: концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura R216.42-01030-AJ10G 1620

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD TiAlN.

Стойкость инструмента: $T = 25$ мин - из характеристик инструмента;

Число реж.кромки: $z = 2$; $D_{\text{фрезы}} = 1 \text{ мм}$; радиус при вершине: $R = 0,5 \text{ мм}$;

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 1 \text{ мм}$; $B = 0,25 \text{ мм}$;

2. Задаем подачу: $s = 0,007 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания: $v = 41 \text{ м/мин}$;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 41}{3,14 * 1} = 13000 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,08 \text{ кВт};$$

25.7) Фрезерование (предварительные пазы под электроэрозионную обработку):

Инструмент: концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B230-0250-XA 1630

Материал режущего инструмента твердый сплав НС с покрытием PVD AlCrN.

Стойкость инструмента: $T = 40 \text{ мин}$ - из характеристик инструмента;

Число реж.кромки: $z = 2$; $D_{\text{фрезы}} = 2,4 \text{ мм}$; радиус при вершине: $R = 1,2 \text{ мм}$;

1. Задаем глубину резания: $t = D_{\text{фрезы}} = 2,4 \text{ мм}$; $B = 0,6 \text{ мм}$;

2. Задаем подачу: $s = 0,03 \text{ мм/об}$;

3. Скорость резания: $v = 135 \text{ м/мин}$;

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 135}{3,14 * 2,4} = 18000 \text{ об/мин};$$

5. Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,1 \text{ кВт};$$

35а) – 35б) Плоскошлифовальная (чистовое шлифование):

По паспортным данным станка 3Е711В определяем габариты и скорость круга:

Шлифовальный круг 200х40х76 14А16С1К1А30 ГОСТ 2424-83

1) Круг ПП: $D=200\text{мм}$; $B=40\text{ мм}$; $H=76\text{мм}$;

2) Частота вращения круга (из характеристик станка):

$$n_k = 2740 \text{ об/мин};$$

3) Скорость круга:

$$v_k = \frac{\pi * D_k * n_k}{1000 * 60} = \frac{3,14 * 200 * 2740}{1000 * 60} \approx 28 \text{ м/с}, \quad \text{где}$$

D_k – диаметр круга, n_k – частота вращения шпинделя;

4) Эффективная мощность, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N * v_3^r * t^x * s^y = 0,52 * 15^1 * 0,01^{0,8} * 8^{0,8} = 1,72 \text{ кВт};$$

$$C_N = 0,52; r = 1; x = 0,8; y = 0,8 \quad [1, \text{табл. 131, с.441}]$$

$$v_k = 28 \text{ м/с}; v_3 = 15 \text{ м/мин}; t = 0,01 \text{ мм};$$

$$S_{\text{прод}} = 0,2B = 0,2 * 40 = 8 \text{ мм/об} \quad [1, \text{табл. 130, с.439}]$$

40) Координатно-шлифовальная (D_{71}):

Инструмент: головка шлифовальная цилиндрическая AW 8х20 24А25Н
СМ1КА30 1кл. ГОСТ 2447-82

AW – цилиндрическая; 24А - белый электрокорунд; 25Н –зернистость: СМ1 - твердость связки (среднемягкий); К - керамическая связка; А - класс круга; 30 - окружная скорость (30 м/с), при которой обеспечивается безопасная работа; класс неуравновешенности головки 1.

1) Головка AW: $D=8\text{мм}$; $d=4\text{мм}$; $H=20\text{мм}$;

2) Частота вращения головки (из характеристик станка):

$$n_r = 70000 \text{ об/мин};$$

3) Скорость головки:

$$v_r = \frac{\pi * D_r * n_r}{1000 * 60} = \frac{3,14 * 8 * 70000}{1000 * 60} \approx 30 \text{ м/с}, \quad \text{где}$$

D_r – диаметр головки, n_r – частота вращения шпинделя;

4) Эффективная мощность, при шлифовании:

$$N = C_N * v_r^r * t^x * s^y * d^q = 0,3 * (30 * 60)^{0,35} * 0,015^{0,4} * 0,05^{0,4} * 8^{0,3} = 0,45 \text{ кВт};$$

$$C_N = 0,3; r = 0,35; x = 0,4; y = 0,4; \quad [1, \text{табл. 131, с.441}]$$

$$v_r = 30 \text{ м/с}; \quad t = 0,015; \quad q = 0,3;$$

$$S_{\text{прод}} = 0,25 \text{ В} = 0,25 * 8 = 2 \text{ м/мин}; \quad [1, \text{табл. 130, с.439}]$$

Переведем в мм/об:

$$S_{\text{прод}} = S_{\text{прод}}(\text{м/мин}) * \frac{\pi d}{1000} = 2 * \frac{3,14 * 8}{1000} = 0,05 \text{ мм/об}.$$

Таблица 4.1

Шлифовальные операции								
Операции	Переходы	t, мм	V _з , м/мин	V _к , м/с	S _{прод} , мм/об	n, об/мин	N, кВт	Инструмент
20	А, Б	0,014	25	28	25	2740	3,93	Шлифовальный круг 200х40х76 14А16С1К1А30 ГОСТ 2424-83
35	А, Б	0,007	15	28	8	2740	1,72	
40		0,015	-	30	0,05	70000	0,5	Головка шлифовальная цилиндрическая АW 8х20 24А25Н СМ1КА30 1кл. ГОСТ 2447-82

Таблица 4.2

Сверлильные и резбонарезные операции								
Операции	Переходы	t, мм	M _{кр} , Н*м	V, м/мин	s, мм/об	n, об/мин	N, кВт	Инструмент
15	6 и 11	3,5	4,11	182	0,22	8280	3,74	Сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0700-04010-PM 4234
15	8	3,5	4,45	145	0,22	6600	3,1	
15	7	12	8,5	45	1,25	1790	1,6	Метчик Sandvik CoroTap 300 EX09PM8
25	3 и 6	3	2,6	145	0,22	7700	3,6	Сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0600-019A1-PM 4234

Таблица 4.3

Фрезерные операции									
Операции	Переходы	t, мм	z	B, мм	V, м/мин	s, мм/об	n, об/мин	N, кВт	Инструмент
10/15	1	1,9	5	6	365	0,23	5810	4,4	Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342- 2000-PC 1730
10/15	2	5,1			296	0,15	4280	5,98	
10/15	3 и 4	3,25			327	0,18	5200	5,2	
10/15	5	20	5	1,4	237	0,55	3770	5,5	Торцевая фреза Sandvik CoroMill 415 A415- 32T16-07H с СМП A415N-07 03 10M-M30 1130
15	9	0,5	5	8,5	274	0,05	14500	3,7	Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342- 0600-PC 1730
15	10 и 12	0,5		8,5	298	0,06	15800	3,25	
25	1	0,5		7	279	0,05	14800	3	
25	2.1	12	5	3	326	0,11	8650	4,2	Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342- 1200-PC 1730
25	2.2	3,5		7,5	233	0,07	6170	4	
25	4	2,5	4	1,3	141	0,02	18000	0,32	Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2P340- 0250-PA 1630
25	5	2,5		0,05		0,014		0,1	
25	6.2	6	4	1,5	234	0,08	12420	0,2	Концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B240-0600-XA 1630
25	6.3	1	2	0,25	41	0,007	13000	0,08	Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura R216.42- 01030-AJ10G 1620
25	7.1 и 7.2	2,4	2	0,6	135	0,03	18000	0,1	Концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B230-0250-XA 1630

Таблица 4.4.1

Режимы электроэрозионной обработки и их технологические показатели

Наименование режима	Мощность генератора, кВт	Длительность импульсов, мкс	Частота повтора импульсов, Гц	Производительность, мм ² /мин	Параметр шероховатости R _z , мкм
Получистовой	0,3-5	500-20	1000-10000	200-30	40-20
Чистовой	1 и менее	20 и менее	3000 и более	30 и менее	20-0,63
Полярность включения электродов для стали обратная					

Таблица 4.4.2

Процесс ЭЭО при сочетании электродов сталь-углеграфит (получистовая обработка)

Частота, кГц	Рабочий ток, А	Ср.напряж. х/х,В	Ср. раб. напряж., В	Скважность	Производительность, мм ² /мин	R _z , мкм	Торцевой зазор, мм
88	8	150	35	2,0-2,5	30	20	0,028

Таблица 4.4.3

Процесс ЭЭО при сочетании электродов сталь-медь (чистовая обработка)

Частота, кГц	Рабочий ток, А	Ср.напряж. х/х,В	Ср. раб. напряж., В	Скважность	Производительность, мм ² /мин	R _z , мкм	Торцевой зазор, мм
200	4-5	145	50	3,0-4,0	6	2,5	0,02

Таблица 4.5

Гидроабразивная обработка

Материал	Параметр		Давление, МПа	Алмазное сопло/ Смесительная трубка	Абразивный материал (гранатовый песок), мкм
	Толщина листа, мм	Скорость резки, мм/мин			
Нержавеющая сталь	30	20	230-250	F0.25/F0.8	180-250

2.9 Расчет норм времени технологического процесса

Краткие теоретические сведения

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки деталей рассчитывается штучное время, которое определяется как:

$$t_{\text{шт}} = t_0 + t_B + t_{\text{Обс}} + t_{\text{П}},$$

где t_0 – основное время обработки;

t_B – вспомогательное время;

$t_{\text{Обс}}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{П}}$ – время на личные потребности рабочего.

Основное время определяется как:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

где $L = l_{\text{вр}} + l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} + l_{\text{пер}}$ – расчетная длина обработки (длина врезания подвода, детали и перебега соответственно);

i – число рабочих ходов;

S_M – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении:

$$t_B = 0,15t_0$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,14t_{\text{оп}},$$

где t_T – время технического обслуживания (6% от $t_{\text{оп}}$);

$t_{\text{орг}}$ – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от $t_{\text{оп}}$).

Время на личные потребности $t_{\text{П}}$ (2,5% от $t_{\text{оп}}$).

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n},$$

где n – число деталей в партии, в нашем случае $n = 1$, т.к. изготавливаем только нижнюю матрицу (изготовление верхней матрицы аналогично); $t_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время, определяется по картам из литературы [4] и [5].

Операция 05

Заготовительная

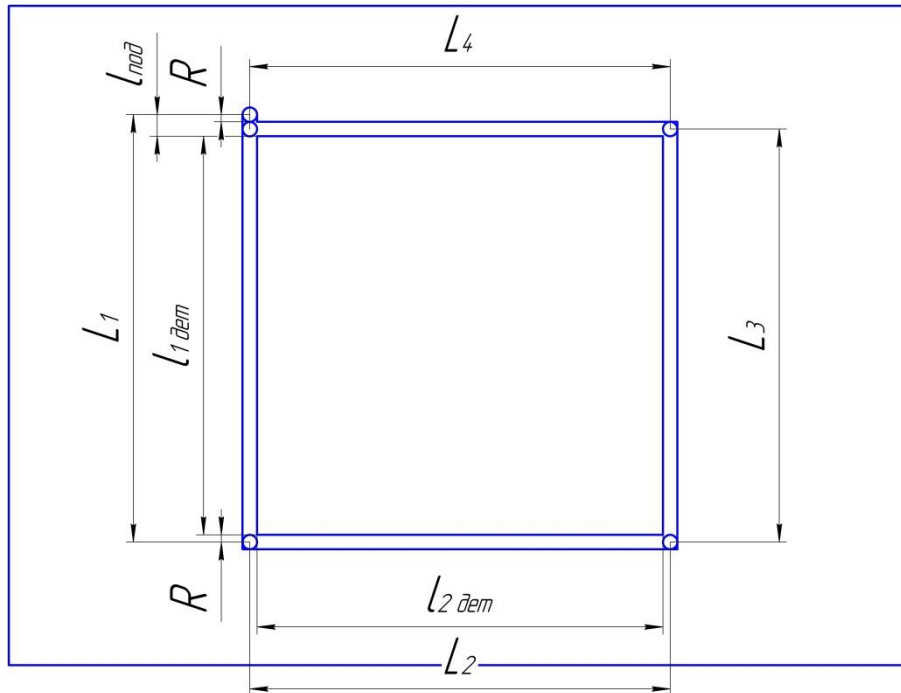


Рис. 28

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 28):

Диаметр сопла: 0,25 мм;

$$L_1 = l_{\text{под}} + l_{1\text{дет}} + 2R = 1 + 112 + 2 * 0,25 = 113,5 \text{ мм};$$

$$L_2 = L_4 = l_{2\text{дет}} + 2R = 110 + 2 * 0,25 = 110,5 \text{ мм};$$

$$L_3 = l_{1\text{дет}} + 2R = 112 + 2 * 0,25 = 112,5 \text{ мм};$$

$$L_{\text{общ}} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 113,5 + 110,5 + 112,5 + 110,5 = 447 \text{ мм};$$

2) Минутная подача:

$$S_{\text{м}} = 20 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 1$;

4) Основное время:

$$t_0 = \frac{L_{\text{общ}} * i}{S_{\text{м}}} = \frac{447 * 1}{20} = 22,35 \text{ мин};$$

Определение штучного времени 05 операции

Общее основное время:

$$t_0 = 22,35 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 22,35 = 3,35 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{0П} = t_0 + t_B = 22,35 + 3,35 = 25,7 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{06c} = 0,14t_{0П} = 0,14 * 25,7 = 3,6 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_0 = 0,025 * 22,35 = 0,56 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шт 05} = t_0 + t_B + t_{06c} + t_{П} = 22,35 + 3,35 + 3,6 + 0,56 = 29,86 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 05 операции

Подготовительно-заключительное время для гидроабразивной обработки:

Инструктаж мастера: 2 мин;

Ознакомление с чертежом: 4 мин;

Установка заготовки: 7 мин;

Настроить гидроабразивный станок: 3 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк05} = 29,86 + 2 + 4 + 7 + 3 = 45,86 \text{ мин.}$$

Операции 10

10.1 - 10.4 Фрезерование уступов

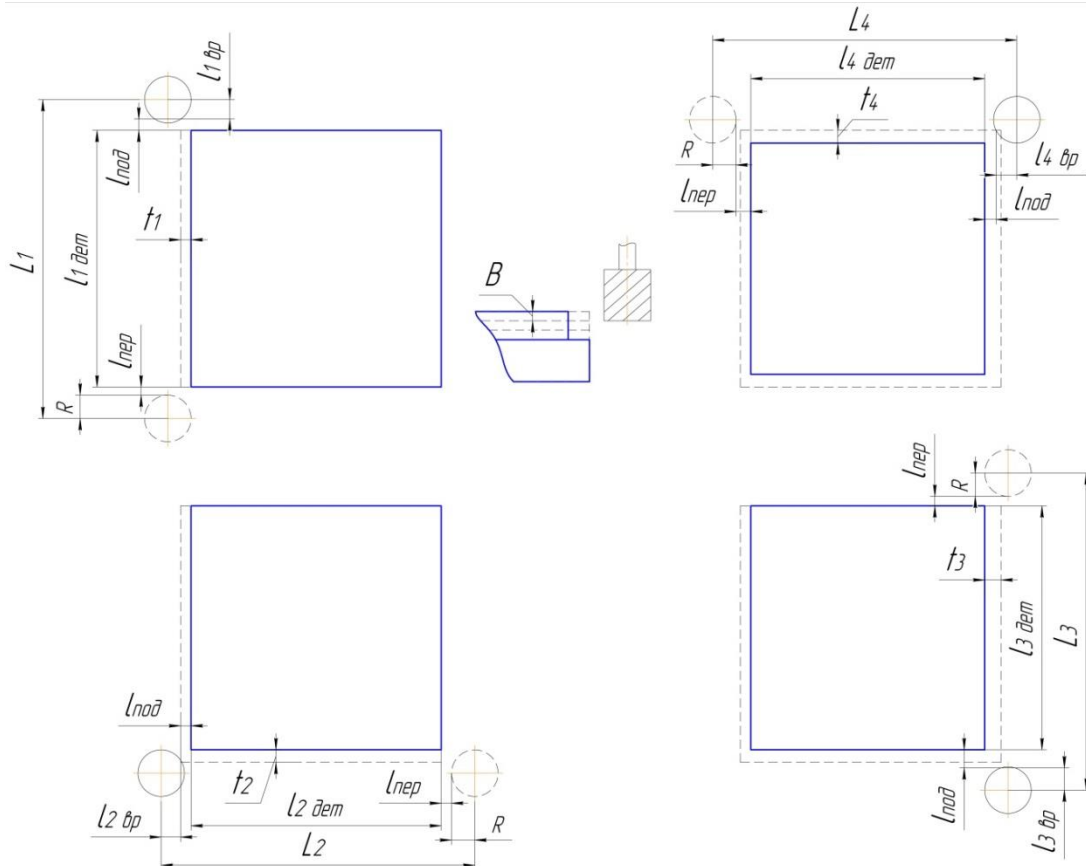


Рис. 29.1

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 29.1):

$$l_{1вр} = \sqrt{t_1(D - t_1)} = \sqrt{1,9(20 - 1,9)} = 5,86 \text{ мм};$$

$$l_{2вр} = \sqrt{t_2(D - t_2)} = \sqrt{3,25(20 - 3,25)} = 7,37 \text{ мм};$$

$$l_{3вр} = \sqrt{t_3(D - t_3)} = \sqrt{5,1(20 - 5,1)} = 8,72 \text{ мм};$$

$$l_{4вр} = \sqrt{t_4(D - t_4)} = \sqrt{3,25(20 - 3,25)} = 7,37 \text{ мм};$$

$$L_1 = l_{1вр} + l_{под} + l_{1дет} + l_{пер} + R = 5,86 + 2 + 110 + 2 + 10 = 129,86 \text{ мм};$$

$$L_2 = l_{2вр} + l_{под} + l_{2дет} + l_{пер} + R = 7,37 + 2 + 110,1 + 2 + 10 = 131,47 \text{ мм};$$

$$L_3 = l_{3вр} + l_{под} + l_{3дет} + l_{пер} + R = 8,72 + 2 + 104,9 + 2 + 10 = 127,62 \text{ мм};$$

$$L_4 = l_{4вр} + l_{под} + l_{4дет} + l_{пер} + R = 7,37 + 2 + 105 + 2 + 10 = 126,37 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{м1} = S_1 * n_1 = 0,23 * 5810 = 1336 \text{ мм/мин};$$

$$S_{м2} = S_{м4} = S_2 * n_2 = 0,18 * 5200 = 936 \text{ мм/мин};$$

$$S_{м3} = S_3 * n_3 = 0,15 * 4280 = 624 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 3$;

4) Основное время:

$$t_{01} = \frac{L_1 * i}{S_{M1}} = \frac{129,86 * 3}{1336} = 0,3 \text{ мин};$$

$$t_{02} = \frac{L_2 * i}{S_{M2}} = \frac{131,47 * 3}{936} = 0,42 \text{ мин}$$

$$t_{03} = \frac{L_3 * i}{S_{M3}} = \frac{127,62 * 3}{624} = 0,61 \text{ мин}$$

$$t_{04} = \frac{L_4 * i}{S_{M4}} = \frac{126,37 * 3}{936} = 0,4 \text{ мин}$$

$$t_{\text{общ}} = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} = 0,3 + 0,42 + 0,61 + 0,4 = 1,73 \text{ мин.}$$

10.5 Фрезерование плоскости

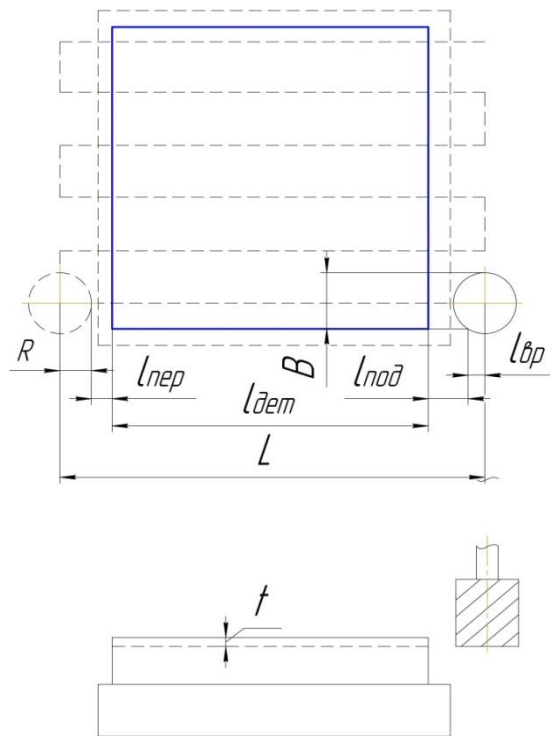


Рис. 29.2

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 29.2):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{B(D - B)} = \sqrt{18(20 - 18)} = 6 \text{ мм};$$

$$L = l_{\text{вр}} + l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} + l_{\text{пер}} + R = 6 + 2 + 105 + 2 + 10 = 125 \text{ мм}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S * n = 0,55 * 3770 = 2073 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 6$;

4) Тогда основное время:

$$t_{05} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{125 * 6}{2073} = 0,36 \text{ мин}$$

Определение штучного времени 10 операции

Общее основное время:

$$t_0 = t_{\text{общ}} + t_{05} = 1,73 + 0,36 = 2,09 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 2,09 = 0,31 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_B = 2,09 + 0,31 = 2,4 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = 0,14t_{\text{оп}} = 0,14 * 2,4 = 0,37 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_0 = 0,025 * 2,09 = 0,05 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{\text{шт } 10} = t_0 + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 2,09 + 0,31 + 0,37 + 0,05 = 2,82 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 10 операции

Подготовительно-заключительное время для универсально-фрезерных станков определяется из [4, стр.80, карта 28]

Группа станков: I;

Длина стола: до 750 мм;

Количество устанавливаемых фрез: 2 шт.;

Способ установки детали: в универсальном приспособлении (тиски), без делительной головки.

Исходя из вышеперечисленных условий, определяем что: $t_{\text{п.з}} = 14 \text{ мин.}$

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Сменить реж. инструмент в ячейке инструментального магазина: 0,3 мин;

Инструктаж мастера: 2 мин;

Ознакомиться с чертежом: 4 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{\text{шк } 10} = 2,82 + 14 + 0,3 * 2 + 2 + 4 = 23,42 \text{ мин.}$$

Операции 15

15.1-15.4 Фрезерование уступов

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис. 29.1):

$$l_{1вр} = \sqrt{t1(D - t1)} = \sqrt{1,9(20 - 1,9)} = 5,86 \text{ мм};$$

$$l_{2вр} = \sqrt{t2(D - t2)} = \sqrt{3,25(20 - 3,25)} = 7,37 \text{ мм};$$

$$l_{3вр} = \sqrt{t3(D - t3)} = \sqrt{5,1(20 - 5,1)} = 8,72 \text{ мм};$$

$$l_{4вр} = \sqrt{t4(D - t4)} = \sqrt{3,25(20 - 3,25)} = 7,37 \text{ мм};$$

$$L_1 = l_{1вр} + l_{под} + l_{дет} + l_{пер} + R = 5,86 + 2 + 110 + 2 + 10 = 129,86 \text{ мм};$$

$$L_2 = l_{2вр} + l_{под} + l_{дет} + l_{пер} + R = 7,37 + 2 + 110,1 + 2 + 10 = 131,47 \text{ мм};$$

$$L_3 = l_{3вр} + l_{под} + l_{дет} + l_{пер} + R = 8,72 + 2 + 104,9 + 2 + 10 = 127,62 \text{ мм};$$

$$L_4 = l_{4вр} + l_{под} + l_{дет} + l_{пер} + R = 7,37 + 2 + 105 + 2 + 10 = 126,37 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{м1} = S1 * n1 = 0,23 * 5810 = 1336 \text{ мм/мин};$$

$$S_{м2} = S_{м4} = S2 * n2 = 0,18 * 5200 = 936 \text{ мм/мин};$$

$$S_{м3} = S3 * n3 = 0,15 * 4280 = 624 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 3$;

4) Основное время:

$$t_{01} = \frac{L_1 * i}{S_{м1}} = \frac{129,86 * 3}{1336} = 0,3 \text{ мин};$$

$$t_{02} = \frac{L_2 * i}{S_{м2}} = \frac{131,47 * 3}{936} = 0,42 \text{ мин};$$

$$t_{03} = \frac{L_3 * i}{S_{м3}} = \frac{127,62 * 3}{624} = 0,61 \text{ мин};$$

$$t_{04} = \frac{L_4 * i}{S_{м4}} = \frac{126,37 * 3}{936} = 0,4 \text{ мин};$$

$$t_{общ} = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} = 0,3 + 0,42 + 0,61 + 0,4 = 1,73 \text{ мин.}$$

15.5 Фрезерование плоскости заготовки

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 29.2):

$$l_{вр} = \sqrt{B(D - B)} = \sqrt{18(20 - 18)} = 6 \text{ мм};$$

$$L = l_{вр} + l_{под} + l_{дет} + l_{пер} + R = 6 + 2 + 105 + 2 + 10 = 125 \text{ мм}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,55 * 3770 = 2073 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 6$;

4) Основное время:

$$t_{05} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{125 * 6}{2073} = 0,36 \text{ мин}$$

15.6 Сверление 4 отверстий $\varnothing 7$

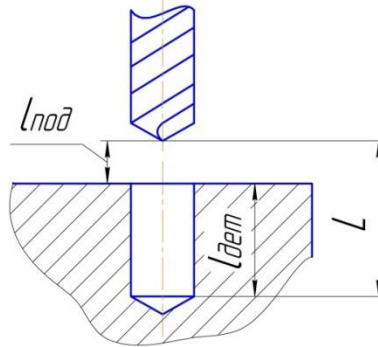


Рис. 30.1

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 30.1):

$$L = l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} = 1 + 14 = 15 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,22 * 8280 = 1821 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 5$;

4) Основное время:

$$t_{06} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{15 * 5}{1821} = 0,04 \text{ мин};$$

Т.к. сверлим четыре отверстия: $t_{06} = 0,04 * 4 = 0,16 \text{ мин};$

15.7 Нарезание резьбы М8-6Нх12-15

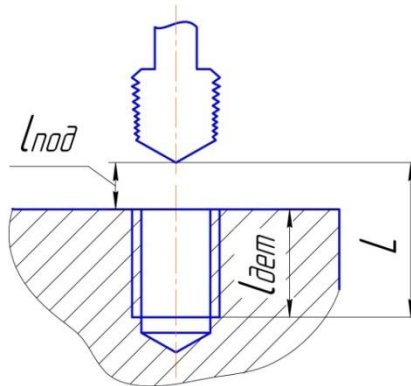


Рис. 30.2

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.30.2):

$$L = l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} = 1 + 12 = 13 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S * n = 1,25 * 1790 = 2238 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 1$;

4) Основное время:

$$t_{07} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{13 * 1}{2238} = 0,01 \text{ мин};$$

Т.к. нарезаем резьбу в четырех отверстиях: $t_{07} = 0,01 * 4 = 0,04 \text{ мин};$

15.8 Сверление 2 отверстий $\varnothing 7$

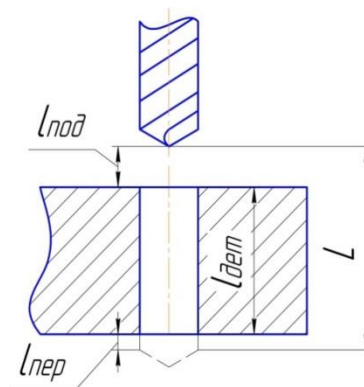


Рис.30.3

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 30.3):

$$L = l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} + l_{\text{пер}} = 1 + 31,5 + 2 = 34,5 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S * n = 0,22 * 6600 = 1452 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 9$;

4) Основное время:

$$t_{08} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{34,5 * 9}{1452} = 0,21 \text{ мин};$$

Т.к. сверлим два отверстия, тогда: $t_{08} = 0,21 * 2 = 0,42 \text{ мин};$

15.9 Расфрезеровывание 2 отверстий $D_{28} - \varnothing 10$

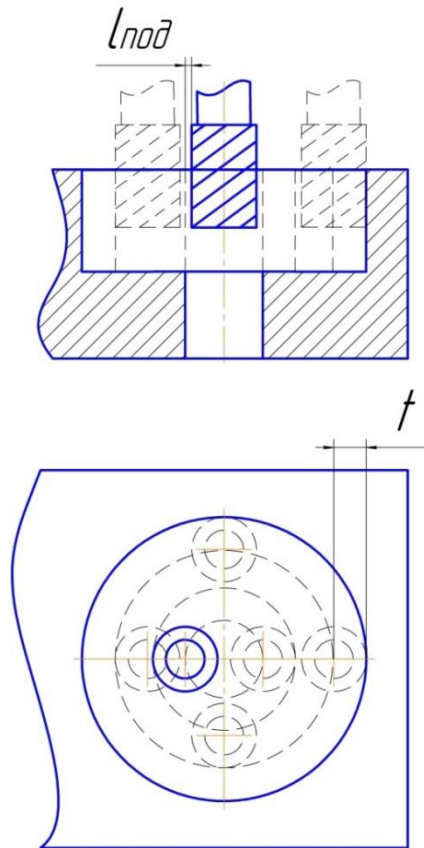


Рис. 30.4

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 30.4):

$$L = l_{\text{под}} + 2\pi(R_1 + R_2 + R_3) = 0,5 + 2 * 3,14 * (4 + 4,5 + 5) = 85,28 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,05 * 14500 = 725 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 3$;

4) Основное время:

$$t_{09} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{85,28 * 3}{725} = 0,24 \text{ мин};$$

Т.к. расфрезеровываем два отверстия: $t_{09} = 0,24 * 2 = 0,48 \text{ мин};$

15.10 Расфрезеровывание 2 отверстий $D_{29} - \varnothing 12$

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис. 30.4):

$$L = l_{\text{под}} + 2\pi(R_1 + R_2) = 0,5 + 2 * 3,14 * (5,5 + 6) = 72,72 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,06 * 15800 = 948 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{010} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{72,72 * 2}{948} = 0,15 \text{ мин};$$

Т.к. расфрезеровываем два отверстия: $t_{010} = 0,15 * 2 = 0,3 \text{ мин};$

15.11 Сверление отверстия $\varnothing 7$

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис. 30.1):

$$L = l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} = 1 + 14 = 15 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,22 * 8280 = 1821 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 5$;

4) Основное время:

$$t_{011} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{15 * 5}{1821} = 0,04 \text{ мин};$$

15.12 Расфрезеровывание отверстия $D_{211} - \varnothing 8$

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис. 30.4):

$$L = l_{\text{под}} + 2\pi R = 0,5 + 2 * 3,14 * 4 = 25,62 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,06 * 15800 = 948 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{012} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{25,62 * 2}{948} = 0,05 \text{ мин};$$

Определение штучного времени 15 операции

Общее основное время:

$$t_0 = \sum t_{0i} = 1,73 + 0,36 + 0,16 + 0,04 + 0,42 + 0,48 + 0,3 + 0,04 + 0,05 = 3,58 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 3,58 = 0,54 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{в}} = 3,58 + 0,54 = 4,12 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = 0,14t_{\text{оп}} = 0,14 * 4,12 = 0,58 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_0 = 0,025 * 3,58 = 0,09 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{\text{шт } 15} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 3,58 + 0,54 + 0,58 + 0,09 = 4,79 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 15 операции

Подготовительно-заключительное время для универсально-фрезерных станков определяется из [4, стр.80, карта 28]

Группа станков: I;

Длина стола: до 750 мм;

Количество устанавливаемых фрез: свыше 2;

Способ установки детали: в универсальном приспособлении (тиски), без делительной головки.

Исходя из вышеперечисленных условий, определяем что: $t_{\text{п.з}} = 10 \text{ мин.}$

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Сменить реж. инструмент в ячейке инструментального магазина: 0,3 мин;

Инструктаж мастера: 2 мин;

Ознакомиться с чертежом: 4 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{\text{шк15}} = 4,79 + 10 + 0,3 * 5 + 2 + 4 = 22,29 \text{ мин.}$$

Операции 20

20А Плоскошлифовальная

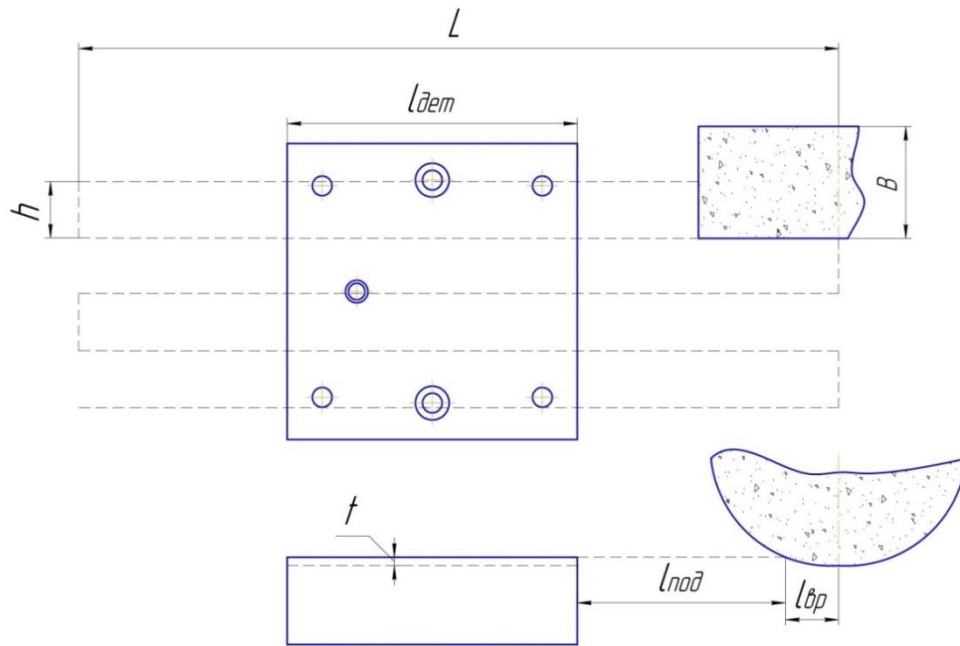


Рис. 31

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.31):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{0,014(200 - 0,014)} = 1,67 \text{ мм};$$

$$L = 2(l_{\text{вр}} + l_{\text{под}}) + l_{\text{дет}} = 2(1,67 + 120) + 105 = 348,4 \text{ мм};$$

$$h = 0,5B = 0,5 * 40 = 20 \text{ мм};$$

2) Определяем скорость заготовки:

$$V = v_3 * 1000 = 25 * 1000 = 25000 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов:

$t = 0,014 \text{ мм}$ — за проход, кол-во проходов равно 5;

Припуск на обработку: $z=0,13 \text{ мм}$, тогда $\frac{0,13}{0,014} \approx 10$;

$$i = 5 * 10 = 50;$$

4) Основное время:

$$t_{01} = \frac{L * i}{V} = \frac{348,4 * 50}{25000} = 0,69 \text{ мин};$$

20Б Плоскошлифовальная

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис.31):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{0,014(200 - 0,014)} = 1,67 \text{ мм};$$

$$L = 2(l_{\text{вр}} + l_{\text{под}}) + l_{\text{дет}} = 2(1,67 + 120) + 105 = 348,4 \text{ мм};$$

2) Определяем скорость заготовки:

$$V = v_3 * 1000 = 25 * 1000 = 25000 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов:

$t = 0,014 \text{ мм}$ — за проход, кол-во проходов равно 5;

Припуск на обработку: $z=0,08 \text{ мм}$, тогда $\frac{0,08}{0,014} \approx 6$;

$$i = 5 * 6 = 30;$$

4) Основное время:

$$t_{02} = \frac{L * i}{V} = \frac{348,4 * 30}{25000} = 0,42 \text{ мин};$$

Определение штучного времени 20 операции

Общее основное время:

$$t_0 = 0,69 + 0,42 = 1,11 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 1,11 = 0,16 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{0П} = t_0 + t_B = 1,11 + 0,16 = 1,27 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{0\text{бс}} = 0,14t_{0П} = 0,14 * 1,27 = 0,17 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_0 = 0,025 * 1,11 = 0,03 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{\text{шт } 20} = t_0 + t_B + t_{0\text{бс}} + t_{\Pi} = 1,11 + 0,16 + 0,17 + 0,03 = 1,47 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 20 операции

Подготовительно-заключительное время для плоскошлифовальной обработки определяется из [4, стр.98, карта 39]

Группа станков: I;

Длина стола: до 1000 мм;

Способ установки детали: на магнитной плите стола;

Исходя из вышеперечисленных условий, определяем что: $t_{п.з} = 7$ мин.

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Инструктаж мастера: 2 мин;

Получить чертеж, техдокументацию. Ознакомиться с чертежом, тех. документацией, осмотреть заготовки: 4 мин;

Настроить плоскошлифовальный станок с горизонтальным шпинделем и прямоугольным столом: 1,5 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк20} = 1,47 + 7 + 2 + 4 + 1,5 = 15,97 \text{ мин.}$$

Операции 25

25.1 Расфрезеровывание отверстия $D_{41} - \varnothing 9,9$

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис. 30.4):

$$L = l_{\text{под}} + 2\pi(R_1 + R_2 + R_3) = 0,5 + 2 * 3,14 * (4 + 4,5 + 4,95) = 85,28 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,05 * 14800 = 740 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{01} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{85,28 * 2}{740} = 0,23 \text{ мин};$$

Т.к. расфрезеровываем два отверстия: $t_{01} = 0,23 * 2 = 0,46 \text{ мин};$

25.2 Фрезерование паза

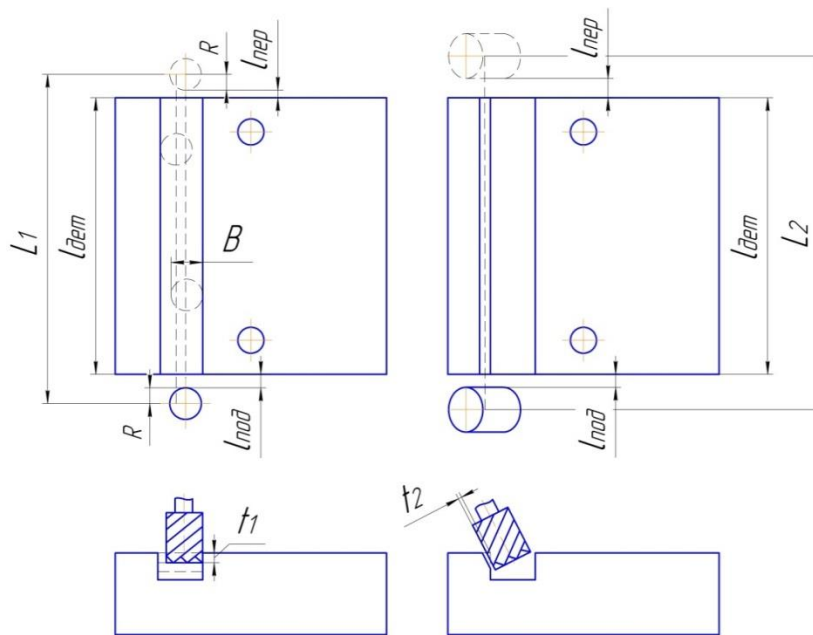


Рис. 32.1

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 32.1):

$$l_{\text{вр}} = R = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \left(12 - \sqrt{12^2 - 12^2} \right) = 6 \text{ мм};$$

$$L_1 = L_2 = 2R + l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} + l_{\text{пер}} = 2 * 6 + 2 + 105 + 2 = 121 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,11 * 8650 = 952 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i_1 = 6$; $i_2 = 2$;

4) Основное время:

$$t_{02} = \frac{L_{\text{общ}} * i_{\text{общ}}}{S_m} = \frac{(121 + 121) * (6 + 2)}{952} = 2,03 \text{ мин};$$

25.3 Сверление отверстия $\varnothing 6$

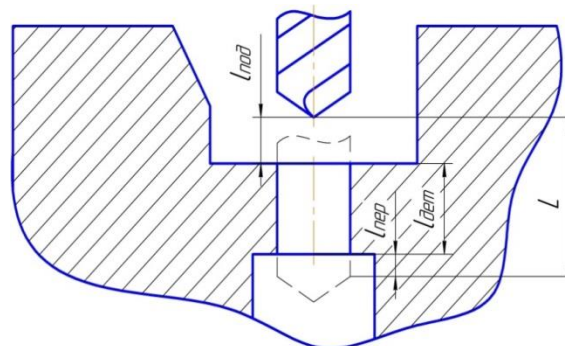


Рис. 32.2

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 32.2):

$$L = l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} + l_{\text{пер}} = 1 + 8 + 1 = 10 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S * n = 0,22 * 7700 = 1694 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{03} = \frac{L * i}{S_M} = \frac{10 * 2}{1694} = 0,01 \text{ мин};$$

25.4 Фрезерование пазов

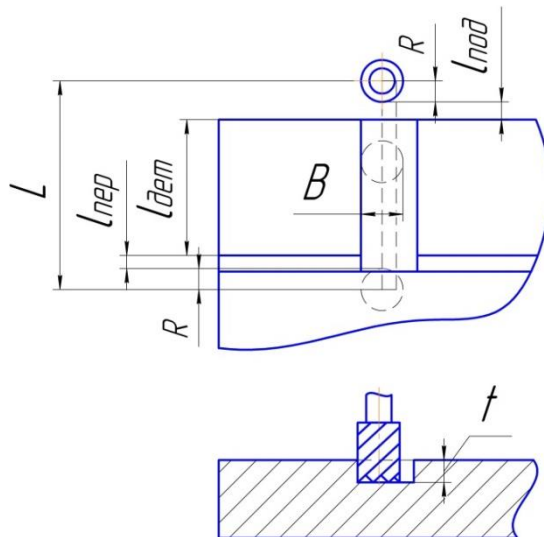


Рис. 32.3

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 32.3):

$$L = l_{\text{под}} + l_{\text{дет}} + l_{\text{пер}} + 2R = 2 + 12 + 2 + 2 * 1,25 = 18,5 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S * n = 0,02 * 18000 = 360 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{04} = \frac{L * i}{S_M} = \frac{18,5 * 2}{360} = 0,1 \text{ мин};$$

Т.к фрезеруем два паза: $t_{04} = 0,1 * 2 = 0,2 \text{ мин};$

25.5 Фрезерование пазов (выпары)

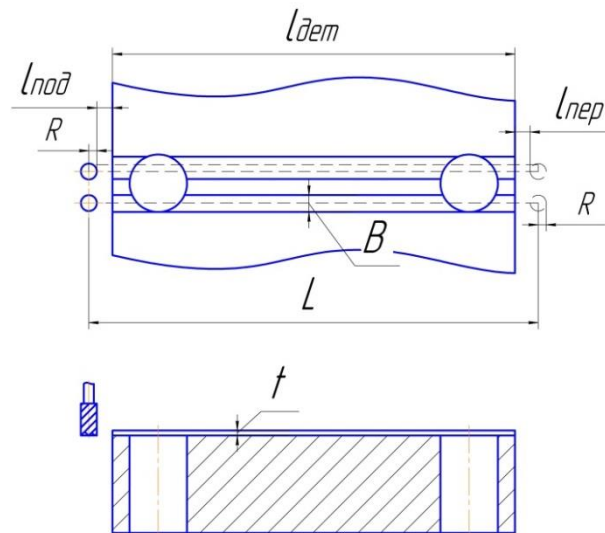


Рис. 32.4

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.32.4):

$$l_{вр} = R = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \left(2,5 - \sqrt{2,5^2 - 2,5^2} \right) = 1,25 \text{ мм};$$

$$L = l_{под} + l_{дет} + l_{пер} + 2R = 2 + 105 + 2 + 2 * 1,25 = 111,5 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,014 * 18000 = 252 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 3$;

4) Основное время:

$$t_{05} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{111,5 * 3}{252} = 1,33 \text{ мин};$$

25.6 Фрезерование литниковых каналов по программе

1. Сверление отверстия $\varnothing 6$

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис. 30.1):

$$L = l_{под} + l_{дет} = 1 + 11 = 12 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,22 * 7700 = 1694 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{06} = \frac{L * i}{S_m} = \frac{12 * 2}{1694} = 0,01 \text{ мин};$$

2.1 Фрезерование литниковых каналов

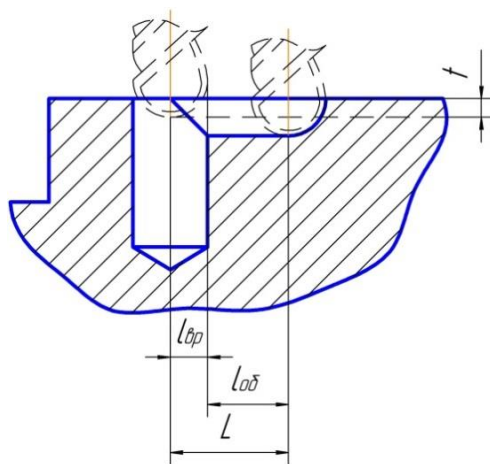


Рис. 32.5

1) Определяем расчетную длину обработки (рис. 32.5):

$$l_{\text{вр}} = R = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - B^2} \right) = 0,5 \left(6 - \sqrt{6^2 - 6^2} \right) = 3 \text{ мм};$$

$$L = l_{\text{вр}} + l_{\text{од}} = 3 + 9,5 = 12,5 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S * n = 0,11 * 8650 = 952 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{07} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{12,5 * 2}{952} = 0,03 \text{ мин};$$

2.2 Фрезерование литниковых каналов

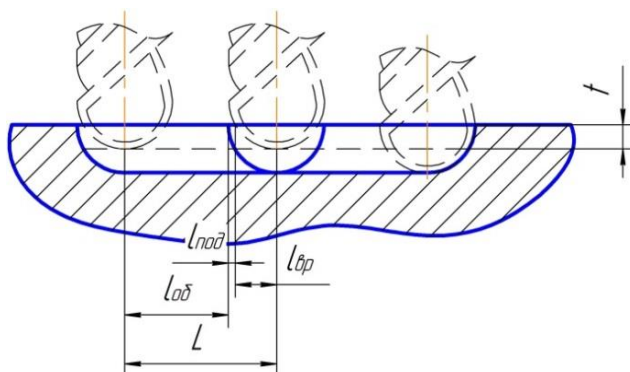


Рис. 32.6

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.32.6):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{1,5(6 - 1,5)} = 2,6 \text{ мм};$$

$$L = l_{\text{вр}} + l_{\text{под}} + l_{\text{об}} = 2,6 + 1 + 5,9 = 9,5 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S * n = 0,08 * 12420 = 994 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 4$;

4) Основное время:

$$t_{08} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{9,5 * 4}{994} = 0,04 \text{ мин};$$

2.3 Фрезерование литниковых каналов

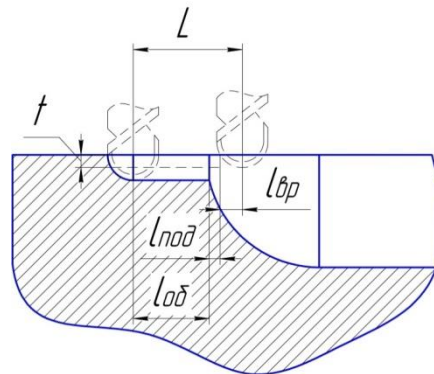


Рис. 32.7

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.32.7):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{0,25(1 - 0,25)} = 0,43 \text{ мм};$$

$$L = l_{\text{вр}} + l_{\text{под}} + l_{\text{об}} = 0,43 + 0,2 + 2,75 = 3,38 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_{\text{м}} = S * n = 0,007 * 13000 = 91 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 2$;

4) Основное время:

$$t_{09} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{3,38 * 2}{91} = 0,07 \text{ мин};$$

Т.к фрезеруем два канала: $t_{09} = 0,07 * 2 = 0,14 \text{ мин};$

25.7 Фрезерование предварительных пазов под электроэрозионную обработку

1.1 Фрезерование пазов

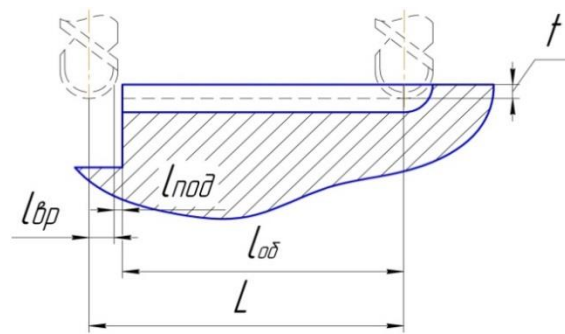


Рис. 32.8

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.32.8):

$$l_{\text{вп}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{0,6(2,4 - 0,6)} = 2,6 \text{ мм};$$

$$L = l_{\text{вп}} + l_{\text{под}} + l_{\text{об}} = 1,04 + 1 + 41,6 = 43,64 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу: $S_{\text{м}} = S * n = 0,03 * 18000 = 540 \text{ мм/мин};$

3) Число рабочих ходов: $i = 2;$

4) Тогда основное время: $t_{010} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{43,64 * 2}{540} = 0,16 \text{ мин}$

Т.к фрезеруем два паза: $t_{010} = 0,16 * 2 = 0,32 \text{ мин};$

1.2 Фрезерование пазов

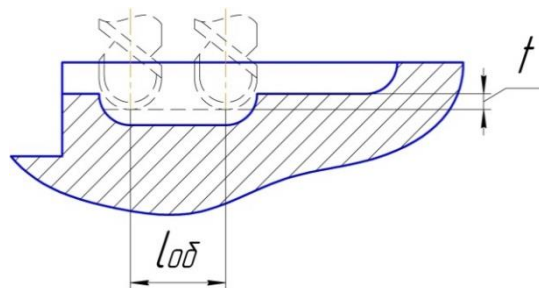


Рис.32.9

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.32.9):

$$L = l_{\text{об}} = 12 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу: $S_{\text{м}} = S * n = 0,03 * 18000 = 540 \text{ мм/мин};$

3) Число рабочих ходов: $i = 2;$

4) Тогда основное время: $t_{011} = \frac{L * i}{S_{\text{м}}} = \frac{12 * 2}{540} = 0,04 \text{ мин};$

Т.к фрезеруем два паза: $t_{011} = 0,04 * 2 = 0,08 \text{ мин};$

Определение штучного времени 25 операции

Общее основное время:

$$t_0 = \sum t_{0i} = 0,46 + 2,03 + 0,01 + 0,2 + 1,33 + 0,01 + 0,03 + 0,04 + 0,14 + \\ + 0,32 + 0,08 = 4,65 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 4,65 = 0,7 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{0П} = t_0 + t_B = 4,65 + 0,7 = 5,35 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{06c} = t_T + t_{0рг} = 0,14t_{0П} = 0,14 * 5,35 = 0,75 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_0 = 0,025 * 4,65 = 0,12 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шт 25} = t_0 + t_B + t_{06c} + t_{П} = 4,65 + 0,7 + 0,75 + 0,12 = 6,22 \text{ мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 25 операции

Подготовительно-заключительное время для универсально-фрезерных станков определяется из [4, стр.80, карта 28]

Группа станков: I;

Длина стола: до 750 мм;

Количество устанавливаемых фрез: свыше 2;

Способ установки детали: в универсальном приспособлении (тиски), без делительной головки.

Исходя из вышеперечисленных условий, определяем что: $t_{п.з} = 10$ мин.

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Сменить реж. инструмент в ячейке инструментального магазина: 0,3 мин;

Инструктаж мастера: 2 мин;

Ознакомиться с чертежом: 4 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк25} = 6,22 + 10 + 0,3 * 7 + 2 + 4 = 24,32 \text{ мин.}$$

Операции 35

35А Плоскошлифовальная

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис.31):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{0,007(200 - 0,007)} = 1,18 \text{ мм};$$

$$L = 2(l_{\text{вр}} + l_{\text{под}}) + l_{\text{дет}} = 2(1,18 + 120) + 105 = 347,4 \text{ мм};$$

$$h = 0,5B = 0,5 * 40 = 20 \text{ мм};$$

2) Определяем скорость заготовки:

$$V = v_3 * 1000 = 15 * 1000 = 15000 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов:

$t = 0,007 \text{ мм}$ — за проход, кол-во проходов равно 5;

Припуск на обработку: $z=0,03 \text{ мм}$, тогда $\frac{0,03}{0,007} \approx 5$;

$$i = 5 * 5 = 25;$$

4) Основное время:

$$t_{01} = \frac{L * i}{V} = \frac{347,4 * 25}{15000} = 0,58 \text{ мин};$$

35Б Плоскошлифовальная

1) Определяем расчетную длину обработки (см. рис.31):

$$l_{\text{вр}} = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{0,007(200 - 0,007)} = 1,18 \text{ мм};$$

$$L = 2(l_{\text{вр}} + l_{\text{под}}) + l_{\text{дет}} = 2(1,18 + 120) + 105 = 347,4 \text{ мм};$$

$$h = 0,5B = 0,5 * 40 = 20 \text{ мм};$$

2) Определяем скорость заготовки:

$$V = v_3 * 1000 = 15 * 1000 = 15000 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов:

$t = 0,007 \text{ мм}$ — за проход, кол-во проходов равно 5;

Припуск на обработку: $z=0,07 \text{ мм}$, тогда $\frac{0,07}{0,007} = 10$;

$$i = 5 * 10 = 50;$$

4) Основное время:

$$t_{02} = \frac{L * i}{V} = \frac{347,4 * 50}{15000} = 1,16 \text{ мин};$$

Определение штучного времени 35 операции

Общее основное время:

$$t_0 = 0,58 + 1,16 = 1,74 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 1,74 = 0,26 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{OP} = t_0 + t_B = 1,74 + 0,26 = 2 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{O6c} = 0,14t_{OP} = 0,14 * 2 = 0,28 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_0 = 0,025 * 1,74 = 0,04 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шт 35} = t_0 + t_B + t_{O6c} + t_{\Pi} = 1,74 + 0,26 + 0,28 + 0,04 = 2,32 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 35 операции

Подготовительно-заключительное время для плоскошлифовальных станков определяется из [4, стр.98, карта 39]

Группа станков: I;

Длина стола: до 1000 мм;

Способ установки детали: на магнитной плите стола;

Исходя из вышеперечисленных условий, определяем что: $t_{п.з} = 7 \text{ мин.}$

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Инструктаж мастера: 2 мин;

Получить чертеж, техдокументацию. Ознакомиться с чертежом, тех. документацией, осмотреть заготовки: 4 мин;

Настроить плоскошлифовальный станок с горизонтальным шпинделем и прямоугольным столом: 1,5 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк35} = 2,32 + 7 + 2 + 4 + 1,5 = 16,82 \text{ мин.}$$

Операция 40

40. Координатно-шлифовальная $D_{71} - \varnothing 10$

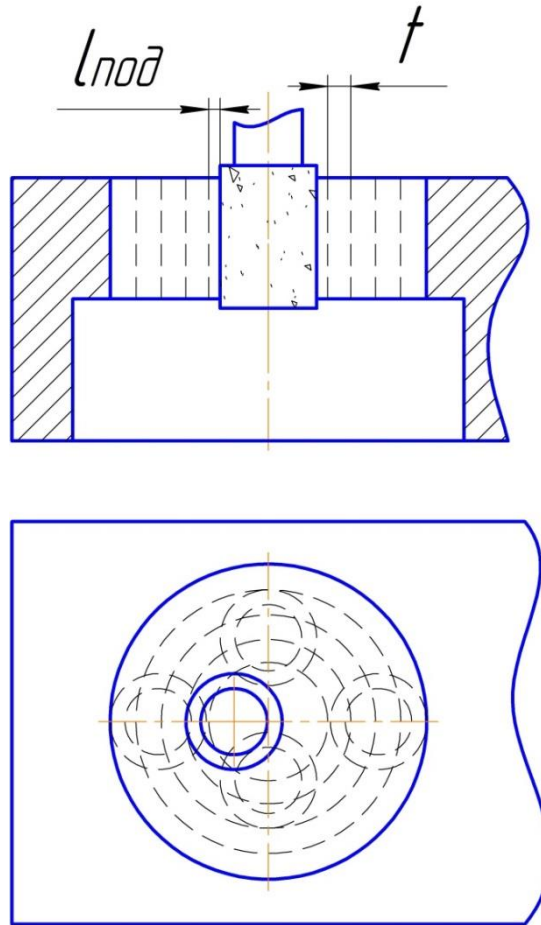


Рис.33

1) Определяем расчетную длину обработки (рис.33):

$$L = l_{\text{под}} + 2\pi(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = \\ = 1 + 2 * 3,14 * (4,965 + 4,98 + 4,995 + 5,002) = 126,24 \text{ мм};$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_m = S * n = 0,05 * 70000 = 3500 \text{ мм/мин};$$

3) Число рабочих ходов: $i = 1$;

4) Основное время:

$$t_0 = \frac{L * i}{S_m} = \frac{126,24 * 1}{3500} = 0,04 \text{ мин};$$

Т.к. шлифуем два отверстия: $t_0 = 0,04 * 2 = 0,08 \text{ мин};$

Определение штучного времени 40 операции

Общее основное время:

$$t_0 = 0,08 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 * 0,08 = 0,012 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_0 + t_B = 0,08 + 0,012 = 0,092 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{оп} = 0,14 * 0,092 = 0,013 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025t_0 = 0,025 * 0,08 = 0,002 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шт\ 40} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{п} = 0,08 + 0,012 + 0,013 + 0,002 \approx 0,11 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени 40 операции

Подготовительно-заключительное время внутришлифовальных станков определяется из [4, стр.94, карта 36 лист 2]

Группа станков: I;

Наибольший диаметр шлифуемого отверстия: до 100 мм;

Способ установки детали: в спец. патроне или центрующем приспособлении при установке приспособления;

Исходя из вышеперечисленных условий, определяем что: $t_{п.з} = 13 \text{ мин.}$

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Инструктаж мастера: 2 мин;

Получить чертеж, техдокументацию. Ознакомиться с чертежом, тех. документацией, осмотреть заготовки: 4 мин;

Настроить внутришлифовальный станок: 1,15 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк40} = 0,11 + 13 + 2 + 4 + 1,15 = 20,26 \text{ мин.}$$

Операция 45

45. Электроэрозионная

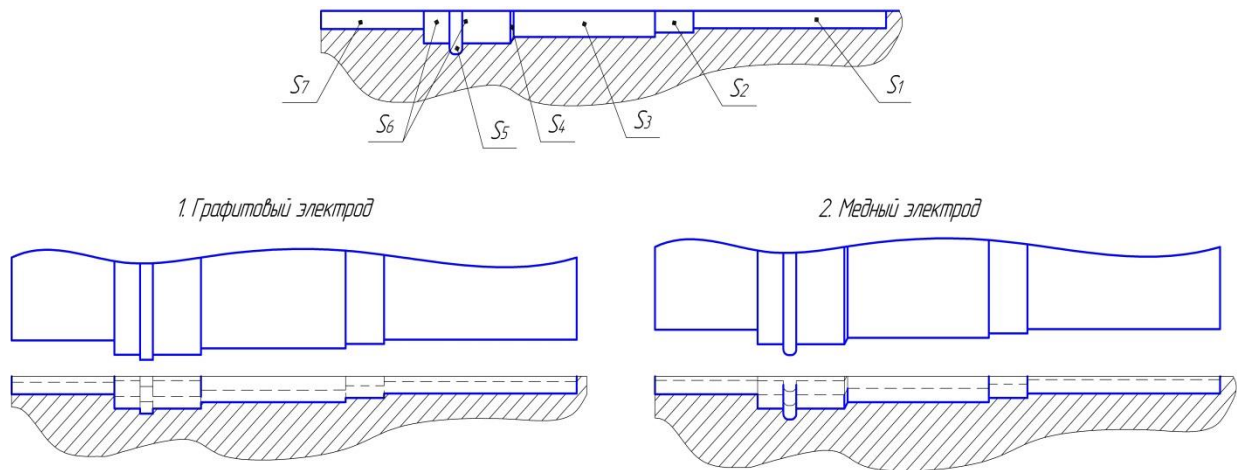


Рис.34

Определяем расчетную площадь обработки (рис.34):

$$S_i = C_i * l_i, \text{ где}$$

C_i – длина окружности, равная πR ;

l_i – длина обрабатываемого элемента (из чертежа детали).

$$C_1 = \pi R = 3,14 * 1,2 = 3,77 \text{ мм}; \quad S_1 = C_1 * l_1 = 3,77 * 15 = 56,55 \text{ мм}^2;$$

$$C_2 = \frac{a^2 \sqrt{3}}{2} = \frac{1,7^2 \sqrt{3}}{2} = 2,5 \text{ мм}; \quad S_2 = C_2 * l_2 = 2,5 * 3 = 7,5 \text{ мм}^2;$$

$$C_3 = \pi R = 3,14 * 1,8 = 5,65 \text{ мм}; \quad S_3 = C_3 * l_3 = 5,65 * 11 = 62,15 \text{ мм}^2;$$

$$C_4 = \pi R = 3,14 * 2,25 = 7,06 \text{ мм}; \quad S_4 = C_4 * l_4 = 7,06 * 0,78 = 5,5 \text{ мм}^2;$$

$$C_5 = \pi R = 3,14 * 3 = 9,42 \text{ мм}; \quad S_5 = C_5 * l_5 = 9,42 * 1 = 9,42 \text{ мм}^2;$$

$$C_6 = \pi R = 3,14 * 2,25 = 7,06 \text{ мм}; \quad S_6 = C_6 * l_6 = 7,06 * 5,22 = 36,85 \text{ мм}^2;$$

$$C_7 = \pi R = 3,14 * 1,25 = 3,92 \text{ мм}; \quad S_7 = C_7 * l_7 = 3,92 * 8 = 31,36 \text{ мм}^2;$$

$$S_{\text{общ}} = 56,55 + 7,5 + 62,15 + 5,5 + 36,85 + 9,42 + 31,36 = 209,33 \text{ мм}^2;$$

Расчет нормы штучного времени на электроэрозионную обработку производится по формуле:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ншт}} K_0 + T_{\text{ву}} + T_{\text{ви}}) * K'_\Pi K_{\text{ст}}, \text{ где}$$

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин;

$T_{\text{ншт}} = 29,1$ мин; [5; карта 13, лист 1, стр.32] – неполное штучное время, мин;

$K_0 = 4$; [5; стр.35] – коэффициент, учитывающий материал обрабатываемой детали;

$T_{\text{ВУ}} = 0,3 + 4,8 = 5,1$ мин; [5; стр.77] – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{ВИ}} = 0,18 + 0,12 + 0,1 * 3 + 0,12 * 6 = 1,33$ мин; [5; стр.77-78] – вспомогательное время на измерение, мин;

$K'_{\text{П}} = 1,05$; [5; табл.1, стр.5] – коэффициент, учитывающий количество деталей в партии;

$K_{\text{СТ}}$ – не будет, т. к. нет многостаночного обслуживания;

Определение штучного времени 45 операции

$T_{\text{ШТ45}} = (29,1 * 4 + 5,1 + 1,33) * 1,05 = 128,96$ мин;

Т.к. обрабатываем 2 паза, тогда: $T_{\text{ШТ45}} = 2 * 128,96 = 257,92$ мин.

Определим оперативное время:

$$x + 0,15x + 0,14(x + 0,15x) + 0,025x = 257,92;$$

$$1,336x = 257,92;$$

$$x = 193,05 \text{ мин.}$$

Общее основное время: $t_0 = 193,05$ мин

Вспомогательное время операции: $t_{\text{В}} = 0,15t_0 = 0,15 * 193,05 = 28,95$ мин

Оперативное время: $t_{\text{ОП}} = t_0 + t_{\text{В}} = 193,05 + 28,95 = 222$ мин

Время обслуживания рабочего места: $t_{\text{Обс}} = 0,14t_{\text{ОП}} = 0,14 * 222 = 31,08$ мин

Время на личные потребности: $t_{\text{П}} = 0,025t_0 = 0,025 * 193,05 = 4,84$ мин

Определение штучно-калькуляционного времени 45 операции

Подготовительно-заключительное время электроэрозионной установки определяется из [5, стр.81, карта 33 лист 2]

Вставка, выверка детали или электрода (в одной плоскости): 5 мин;

Смена электрода в процессе обработки (без выверки): 2 мин;

Слив и залив рабочей жидкости: 7 мин;

Подготовительно заключительное время на дополнительные приемы:

Инструктаж мастера: 2 мин;

Ознакомиться с чертежом: 4 мин;

Тогда штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ШК45}} = 257,92 + 5 + 2 + 7 + 2 + 4 = 277,92 \text{ мин.}$$

2.10 Расчеты нормирования технологических операций

Таблица 5

Номер операции	Наименование операции	Основное время	Вспомогательное время	Оперативное время	Время на обслуживание рабочего места	Время на личные потребности	Штучное время	Подготовительно-заключительное время
05	Заготовительная	22,35	3,35	25,7	3,6	0,56	29,86	16
10	Фрезерная	2,09	0,31	2,4	0,37	0,05	2,82	20,6
15	Фрезерная	3,58	0,54	4,12	0,58	0,09	4,79	17,5
20	Плоскошлифовальная	1,11	0,16	1,27	0,17	0,03	1,47	14,5
25	Фрезерная	4,65	0,7	5,35	0,75	0,12	6,22	18,1
35	Плоскошлифовальная	1,74	0,26	2	0,28	0,04	2,32	14,5
40	Координатно – шлифовальная	0,08	0,012	0,092	0,013	0,002	0,11	20,15
45	Электроэрозионная	193,05	28,95	222	31,08	4,84	257,92	20

Штучно-калькуляционное время каждой операции:

05. Заготовительная: $t_{\text{ШК } 05} = 45,86$ мин;

10. Фрезерная: $t_{\text{ШК } 10} = 23,42$ мин;

15. Фрезерная: $t_{\text{ШК } 15} = 22,29$ мин;

20. Плоскошлифовальная: $t_{\text{ШК } 20} = 15,97$ мин;

25. Фрезерная: $t_{\text{ШК } 25} = 24,32$ мин;

35. Плоскошлифовальная: $t_{\text{ШК } 35} = 16,82$ мин;

40. Координатно – шлифовальная: $t_{\text{ШК } 40} = 20,26$ мин;

45. Электроэрозионная: $t_{\text{ШК } 45} = 277,92$ мин;

Время на изготовление одной детали: $t_{\text{шт}} = 45,86 + 23,42 + 22,29 + 15,97 + 24,32 + 116,82 + 20,26 + 277,92 = 546,86$ мин;

Вывод: в ходе расчетов проделанных в технологической части, назначили допуски, составили размерные схемы, исходя, из размерных схем определили припуски на обработку и убедились, что в процессе получения детали все размеры обеспечиваются; рассчитали нормы времени, режимы резания, выбрали инструмент и станки, необходимые для получения детали типа «Матрица нижняя». Тех. процесс получения детали «Матрица верхняя» аналогичен тех. процессу детали «Матрица нижняя».

3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Морозов В.В.

Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Разработка технологии изготовления матрицы прессформы.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место включает станки, места для операторов, места для комплектующего оборудования и т.д. Область применения: автоматизация технологического процесса.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства 	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение параметров микроклимата в помещении; – повышенный уровень шума/вибрация; – вредные вещества; Психофизические факторы: <ul style="list-style-type: none"> – повышенная нагрузка на органы зрения – длительные статические нагрузки; – монотонность труда; – нервно-эмоциональное напряжение. Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека

защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно: – опасность поражения электрическим током, – опасность поражения статическим электричеством, – короткое замыкание; – работа механизмов; – запыленность; – средства индивидуальной защиты кожи, органов дыхания и медицинские средства индивидуальной защиты;
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Утилизация используемой орг. техники, макулатуры и люминесцентных ламп.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Морозов В.В.		01.03.2018

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях, функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз, что характерно для Сибири. Так же одной из возможных ЧС может быть отключение электропитания.

3.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) некомфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения.

3.1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела

замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 6.

Таблица 6 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

3.1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлор парафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибов.

Вентиляция играет важную роль в производственных помещениях и предназначена для своевременного удаления вредных факторов, таких как: запыленность, задымленность и очистки воздуха от вредных выделений производства. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более одного раза в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена должна быть не ниже 3.

3.1.3 Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ (средства комплексной защиты):

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ (средства индивидуальной защиты):

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

3.1.4 Освещенность

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки не должны ограничивать поле зрения, должны

быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 30$ м, ширина $B = 20$ м, высота $= 3,5$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 500 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения: $S = A \times B$, где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 30 \times 20 = 600 \text{ м}^2;$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{\Gamma} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-80, световой поток которой равен:

$$\Phi_{\text{лд}} = 50000 \text{ Лм.}$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД – 2-80.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина светильника равна 1530 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{20}{10} = 2$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{30}{10} = 3$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 2 \cdot 3 = 6$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{10}{3} = 3,3 \text{ м}$$

Размещаем светильники в 2 ряда. На рисунке 35 изображен план помещения с размещением люминесцентных ламп.

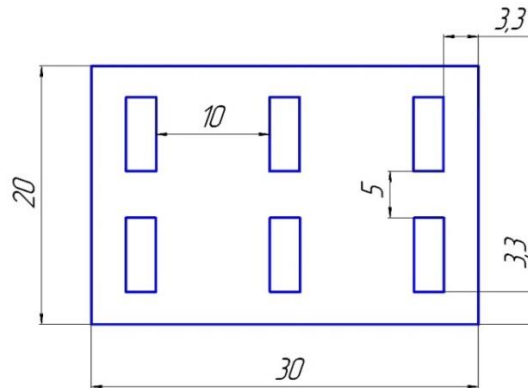


Рис.35 План помещения с размещением люминесцентных ламп.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{30 \cdot 20}{2,0 \cdot (30 + 20)} = 6$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 6$ равен $\eta = 0,47$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{500 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,47} = 45106 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{50000 - 45106}{50000} \cdot 100\% = 9,7\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 9,7\% \leq 20\%$, обеспечивается необходимый световой поток.

3.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

3.2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям; технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравняются к особо опасным помещениям.

Производственный цех относится к помещению с повышенной опасностью поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

3.2.2 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

3.3 Безопасность в ЧС

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 производственный цех относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся

под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу, показанному на рисунке 36.

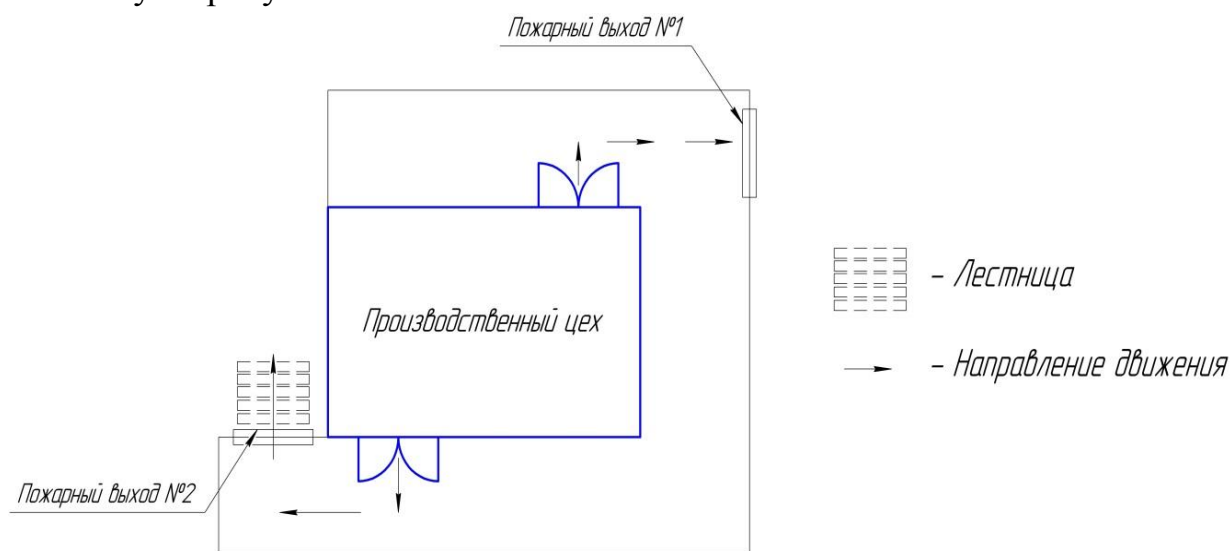


Рис.36 Пути эвакуации

Вывод: в ходе исследования рабочего места было установлено, что производственное помещение соответствует всем санитарным нормам и правилам утвержденных законодательством РФ.

3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Морозов В.В.

Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Разработка технологии изготовления матрицы прессформы.

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов для изготовления детали типа «Матрица нижняя»	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 78 руб./час. 2 разряд – 99,5 руб./час. 3 разряд – 126,8 руб./час. 4 разряд – 124,44 руб./час. 5 разряд – 162 руб./час. 6 разряд – 263,25 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию – 5,9 руб/кВт.ч.</p>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0,06 - затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих - затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования,

	<p>принимается 20% от величины амортизации</p> <p>- затраты на ремонт оборудования - 100–120% от основной заработной платы основных рабочих.</p> <p>- общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной заработной платы основных рабочих</p> <p>- общехозяйственные расходы -50% от основной заработной платы основных рабочих.</p> <p>- расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости</p>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<p>1. Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ</p> <p>2. Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0,7% от ФОТ</p> <p>3. Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Расчет себестоимости изготовления детали типа «Матрица нижняя»	<p>1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</p> <p>2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</p> <p>3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</p> <p>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</p> <p>5. Провести расчет себестоимости.</p>

2. Расчет цены детали типа «Матрица нижняя» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	к.э.н.		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Морозов В.В.		01.03.2018

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью данного раздела является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

Для промышленных предприятий рекомендуется группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели (в вкр не расчит.);
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства (в вкр не расчит.);
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию;
17. Расчет прибыли;
18. Расчет НДС;
19. Цена изделия.

4.1 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$C_{Moi} = \omega_i \cdot C_{mi} \cdot (1 + k_{тз}),$$

где ω_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь);

C_{mi} – цена материала i -го вида, ден. ед./кг.;

$k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз} = 0,06$).

По данным сайта <http://www.metaeks.ru/p/> стоимость листового горячекатаного проката из стали 40X13 составляет 60580 руб./т. Цена за один килограмм составит $C_{m1} = 60,58$ руб, норма расхода материала на изделие $\omega_1 = 3,2$ кг. Производим расчет:

$$C_{Mo1} = \omega_1 \cdot C_{m1} \cdot (1 + k_{тз}) = 3,2 \cdot 60,58 \cdot (1 + 0,06) = 205,48 \text{ руб};$$

Т.к. для расчета используется единственный материал, то

$$C_{Mo} = C_{Mo1} = 205,48 \text{ руб};$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы:

$$C_{Mb} = C_{Mo} \cdot 0,02 = 205,48 \cdot 0,02 = 4,11 \text{ руб};$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mb} = 205,48 + 4,11 = 209,59 \text{ руб};$$

4.2 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»

Сюда включаются затраты на приобретение покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся дополнительной обработке на данном предприятии для получения готовой продукции или необходимые для ее укомплектования. Т.к. в технологии изготовления используется листовой горячекатаный прокат, то расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты» не производится.

4.3 Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от},$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$Ц_{от}$ – цена отходов, по данным сайта <http://www.f-vm.ru/price> стоимость лома из стали 40X13 составляет 46 руб./кг ;

$B_{чр}$ – масса заготовки равна 3,2 кг (габариты заготовки 110x112x34);

$B_{чст}$ – чистая масса детали равна 2,42 кг;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Производим расчет:

$$C_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от} = (3,2 - 2,42) \cdot (1 - 0,02) \cdot 46 = 35,16 \text{ руб.}$$

4.5 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле:

$$C_{опл} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр},$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

$K_0 = 8$ – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Разряды рабочих:

1-я операция (заготовительная): рабочий 4-го разряда;

2-я операция (фрезерная): рабочий 6-го разряда;

3-я операция (фрезерная): рабочий 6-го разряда;

4-я операция (плоскошлифовальная): рабочий 5-го разряда;

5-я операция (фрезерная): рабочий 6-го разряда;

6-я операция (плоскошлифовальная): рабочий 5-го разряда;

7-я операция (координатно-шлифовальная): рабочий 6-го разряда;

8-я операция (электроэрозионная): рабочий 6-го разряда.

Часовые тарифные ставки:

ЧТС рабочего 4-го разряда = 124,44 руб./ч;

ЧТС рабочего 5-го разряда = 162 руб./ч;

ЧТС рабочего 6-го разряда = 263,25 руб./ч;

$$C_{\text{озп1}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_{1\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_3 \cdot k_{\text{пр}} = \frac{45,86}{60} \cdot 124,44 \cdot 1,4 = 133,16 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{23,42}{60} \cdot 263,25 \cdot 1,4 = 143,85 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{22,29}{60} \cdot 263,25 \cdot 1,4 = 136,92 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп4}} = \frac{15,97}{60} \cdot 162 \cdot 1,4 = 60,36 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп5}} = \frac{24,32}{60} \cdot 263,25 \cdot 1,4 = 149,38 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп6}} = \frac{16,82}{60} \cdot 162 \cdot 1,4 = 63,58 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп7}} = \frac{20,26}{60} \cdot 263,25 \cdot 1,4 = 124,45 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп8}} = \frac{277,92}{60} \cdot 263,25 \cdot 1,4 = 1707,12 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum C_{\text{озпи}} = 2518,82 \text{ руб/шт}$$

4.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}},$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 2518,82 \cdot 0,1 = 251,88 \text{ руб.}$$

4.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}})/100,$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{с.н.}}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_{\text{н}} = \frac{(2518,82 + 251,88) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 833,15 \text{ руб.}$$

4.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий. По данной технологии расчет по статье не производится.

4.10 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Данная статья включает следующие виды расходов:

- а. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- б. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- с. ремонт оборудования;
- д. внутризаводское перемещение грузов;
- е. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- ф. прочие расходы.

Элемент «а» амортизация оборудования и определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула:

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot N_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot N_{aj},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$N_{обi}$ и $N_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

$$N_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}},$$

где $T_{\text{пи}}$ – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$N_a = \frac{1}{10} = 0.1;$$

Таблица 7 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб.
Гидроабразивный станок Water-Jet 3020	3965000
Универсальный фрезерный станок с ЧПУ DMU 50	1850000
Плоскошлифовальный станок 3E711B	260000
Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ H35 HAUSER	1500000
Электроэрозионный станок Sodick AP1L	550000

Таблица 8 – Стоимость оснастки

Оснастка	Балансовая стоимость, руб.
Быстрозажимные тиски VQS-5	18800

Для оснастки примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0,33;$$

Амортизация оборудования:

$$A_{\text{год}} = (3965000 + 1850000 + 260000 + 1500000 + 550000) \cdot 0,1 + \\ + (18800) \cdot 0,33 = 818704 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования:

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.; P – количество операций в технологическом процессе; $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Учитывая специфику производства (единичное), ожидаемая средняя нагрузка будет $<0,6$; тогда, расчет амортизации оборудования и ценного инструмента (оснастки) производится по формуле:

$$C_a = (A_{\text{г}}/N_{\text{в}}) * (l_{\text{кр}}/\eta_{\text{з.н.}}),$$

где $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного – 0,75).

Производим расчет амортизации оборудования и ценного инструмента:

$$C_a = \frac{818704}{5} \cdot \frac{0,033}{0,75} = 7204,59 \text{ руб.}$$

Элемент «b» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (2518,82 + 251,88 + 883,15) \cdot 0,4 = 1461,54 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 7204,59 \cdot 0,2 = 1440,92 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}}$$

где $C_{\text{э}}$ – тариф на эл.энергию ден. ед. / кВт.ч. (на май 2018 – 5,9 руб./ кВт.ч.; взят с сайта <https://ensb.tomsk.ru/individuals/tariffes.php>); $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции; $K_{\text{ми}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принять равным 0,6–0,7).

Производим расчет затрат на затраты на все виды энергии, потребляемые в процессе работы:

$$\begin{aligned} C_{\text{эл.п}} = & 5,9 \cdot 1,05 \cdot ((32,1/60 \cdot 0,7 \cdot 37) + (16,4/60 \cdot 0,7 \cdot 21) + (15,6/60 \cdot 0,7 \cdot 21) \\ & + (11,18/60 \cdot 0,7 \cdot 8,09) + (17/60 \cdot 0,7 \cdot 21) + (11,77/60 \cdot 0,7 \cdot 8,09) \\ & + (14,18/60 \cdot 0,7 \cdot 7,5) + (103,78/60 \cdot 0,7 \cdot 6,5)) = 230,07 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 2518,82 \cdot 1 = 2518,82 \text{ руб.}$$

Элемент «е» погашение стоимости инструментов, в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и}i} \cdot t_{\text{рез},i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и},i} \cdot n_i},$$

где $\Pi_{\text{и}i}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{\text{рез},i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{\text{ст.и},i}$ – период стойкости инструмента, мин.;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Таблица 9 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы (t), мин	Стойкость (Т), мин	Количество переточек (n)	Цена, руб.	$\frac{\Pi_u \cdot t_{\text{рез}} \cdot m}{T_{\text{ст.и}} \cdot n}$
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-2000-PC 1730	3,46	120	4	14000	100,9
Торцевая фреза Sandvik CoroMill 415 A415-32T16-07H с СМП A415N-07 03 10M-M30 1130	0,72	80	4	17500	39,37
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-0600-PC 1730	1,29	60	1	5400	116,1
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-1200-PC 1730	2,03	100	3	12000	243,6

Продолжение таблицы 9					
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2P340-0250-PA 1630	1,53	36	0	4900	208,25
Концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B240-0600-XA 1630	0,07	40	0	2400	4,2
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura R216.42-01030-AJ10G 1620	0,14	25	0	6500	36,4
Концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B230-0250-XA 1630	0,4	40	0	3500	35
Сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0700-04010-PM 4234	0,62	40	3	7500	38,75
Метчик Sandvik CoroTap 300 EX09PM8	0,04	50	0	3000	2,4
Сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0600-019A1-PM 4234	0,02	50	3	8000	1,06
Шлифовальный круг 200x40x76 14A16C1K1A30 ГОСТ 2424-83	2,85	30	80	480	0,57
Головка шлифовальная цилиндрическая AW 8x20 24A25H CM1KA30 1кл. ГОСТ 2447-82	0,08	25	10	200	0,064

Производим расчет погашения стоимости инструментов:

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0,06) \cdot (100,9 + 39,37 + 116,1 + 243,6 + 208,25 + 4,2 + 36,4 + 35 + 38,75 + 2,4 + 1,06 + 0,57 + 0,064) = 876,3 \text{ руб.}$$

4.11 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 2518,82 \cdot 0,8 = 2015,05 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{\text{оц}}$ в зависимости от типа производства: единичное – 0,8.

4.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

В этой статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Эти потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

4.13 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{\text{ох}}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{\text{ох}} = 0,5$, т.е.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{ох}} = 2518,82 \cdot 0,5 = 1259,41 \text{ руб.}$$

4.14 Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

4.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

4.16 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$C_{рлз} = \sum C_i \cdot 0,01 = (209,59 + 35,16 + 2518,82 + 251,88 + 883,15 + 7204,59 + 1461,54 + 1440,92 + 230,07 + 2518,82 + 876,3 + 2015,05 + 1259,41) \cdot 0,01 = 209,05 \text{ руб.}$$

4.17 Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$П = \sum C_i \cdot 0,2 = (209,59 + 35,16 + 25,18 + 251,88 + 883,15 + 7204,59 + 1464,54 + 1440,92 + 230,07 + 2518,82 + 876,3 + 2015,05 + 1259,41 + 209,05) \cdot 0,2 = 4222,87 \text{ руб;} \\ C_{\text{полн.себ.ст.}} = 21114,35 \text{ руб.}$$

4.18 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$НДС = C_{\text{полн.себ.ст.}} \cdot 0,18 = 21114,35 \cdot 0,18 = 3800,58 \text{ руб.}$$

4.19 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$Цена = П_{\text{себ.ст.}} + П + НДС = 21114,35 + 4222,87 + 3800,58 = 29138 \text{ руб.}$$

Вывод: в ходе расчетов себестоимости продукции, была определена конечная стоимость детали типа «Матрица нижняя». Учитывая специфику производства - единичное, стоимость изделия может быть увеличена в зависимости от ценовой политики предприятия. В случае если оснастка и инструмент учитываются в себестоимости изготовления продукции, то согласно законодательству РФ цена готового изделия может увеличиться более чем на 40%.

Стоимость изготовления детали типа «Матрица» для пресс-формы предлагаемое другими предприятиями начинается от 24000 рублей, можно сделать вывод, что расчет экономической части произведен корректно.

Заключение

Задачей дипломной работы являлась разработка технологического процесса изготовления детали типа «Матрица нижняя» и анализ конструкции пресс-формы для литья термопласта на инжекционно-литьевой машине вертикального типа. В дипломной работе было выполнено: составление маршрутного технологического процесса изготовления детали типа «Матрица нижняя» (таблица 1); разработана карта эскизов технологических операций; произведен расчет норм времени каждой операции; выбраны необходимые станки для реализации обработки; проанализирована конструкция и принцип работы пресс-формы на термопластавтомате; рассчитана сила, необходимая для смыкания пресс-формы.

В разделе социальной ответственности, были рассмотрены негативные факторы, влияющие на человека в производственном помещении. Так же проведен расчет освещения необходимого для поддержания рабочей обстановки. В ходе анализа производственного помещения, было установлено, что помещение соответствует всем санитарным нормам и правилам утвержденных законодательством РФ.

Расчет экономической части показывает, что производство детали типа «Матрица нижняя» нецелесообразно в единичном производстве, т.к. затраты на инструмент, оборудование и зарплату рабочих, превышают окупаемость детали.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 100 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
3. ToolGuide: toolguide.sandvik.coromant.com
4. Общемашиностроительные нормативы времени. Под ред. К.В. Левчука и В.С. Евстигнеева — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1967. — 320 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени на электрохимическую и электрофизическую обработку деталей. Сборник. — Москва: Изд. «Экономика», 1987. — 81 с.
6. Менгес Г. Как делать литьевые формы: пер. с англ./ Г. Менгес, В. Микаэли, П. Морен. — СПб.: Профессия, 2007. — 640 с.: ил.;
7. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. — Л.: Машиностроение, 1983. — 448 с.